

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΜΕ ΔΟΝΗΣΕΙΣ
ΣΤΗΝ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΥΚΑΜΨΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ
ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ ΤΩΝ ΚΑΤΩ ΑΚΡΩΝ**

της

Αγγελικής Μάλλιου

Μεταπτυχιακή Διατριβή που υποβάλλεται
στο καθηγητικό σώμα για την μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης του
μεταπτυχιακού τίτλου του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος
«Άσκηση και Ποιότητα Ζωής» των Τμημάτων Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και
Αθλητισμού του Δημοκρίτειου Παν/μίου Θράκης και του Παν/μίου Θεσσαλίας στην
κατεύθυνση «Πρόληψη – Παρέμβαση – Αποκατάσταση»

Κομοτηνή 2009

Εγκεκριμένο από το καθηγητικό σώμα

1^{ος} Επιβλέπων: Μάλλιου Παρασκευή, Αναπλ. Καθηγήτρια

2^{ος} Επιβλέπων: Φατούρος Ιωάννης, Επίκ. Καθηγητής

3^{ος} Επιβλέπων: Αγγελούσης Νικόλαος, Αναπλ. Καθηγητής



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 9097/1
Ημερ. Εισ.: 30/03/2011
Δωρεά: _____
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
613.710 82
ΜΑΛ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000102940

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μάλλiou Αγγελική: Η επίδραση ενός προγράμματος άσκησης με δονήσεις στην ισορροπία και την ευκαμψία για την πρόληψη τραυματισμών των κάτω άκρων

(Υπό την επίβλεψη της κ. Μάλλiou Παρασκευής, Αναπλ. Καθηγήτριας)

Σκοπός της παρούσης έρευνας ήταν να μελετήσει τις προσαρμογές που προκαλούν διαφορετικά πρωτόκολλα άσκησης με μηχανικές δονήσεις στην ισορροπία και την ευκαμψία, και να βρεθεί πόσες προπονήσεις με δονήσεις την εβδομάδα είναι απαραίτητες για την βελτίωση τους. Στη μελέτη συμμετείχαν εθελοντικά 44 γυναίκες ηλικίας $27,86 \pm 8,50$ ετών, ύψους $165,44 \pm 5,35$ cm και σωματικής μάζας $63,57 \pm 8,36$ kg, οι οποίες χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες (ομάδα 1^η τριών προπονήσεων την εβδομάδα, ομάδα 2^η δυο προπονήσεων την εβδομάδα και ομάδα 3^η ομάδα ελέγχου) που εκτέλεσαν το ίδιο πρωτόκολλο άσκησης εκτός της ομάδας ελέγχου που δεν συμμετείχε σε κανένα πρόγραμμα. Η διάρκεια του προγράμματος ήταν 10 εβδομάδες και περιελάμβανε ασκήσεις των κάτω άκρων που εκτελούνταν στο μηχάνημα δόνησης Body Coach. Η αξιολόγηση του δείγματος πραγματοποιήθηκε σε 3 χρόνους : α) πριν την έναρξη του προγράμματος αποκατάστασης, β) μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος αποκατάστασης και γ) 4 εβδομάδες μετά την αξιολόγηση διατήρησης του αποτελέσματος. Για την στατιστική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση πολλαπλής διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (Anova Repeated Measures). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική βελτίωση ως προς την ισορροπία και την ευκαμψία σε όλες τις παραμέτρους εκτός από την αίσθηση θέσης. Η προπόνηση με μηχανικές δονήσεις οδηγεί σε βελτίωση της ισορροπίας και της ευκαμψίας σε αγύμναστες γυναίκες και οι βελτιώσεις αυτές μπορούν να διατηρηθούν τουλάχιστον για χρονικό διάστημα 4 εβδομάδων.

Λέξεις κλειδιά: ισορροπία, ευκαμψία, συχνότητα δόνησης

ABSTRACT

Malliou Angeliki: The effect of vibration training in balance and flexibility for the prevention of wounds of lower limb.

(Under the supervision of Assistant Professor Malliou Paraskevi)

The purpose of the present research was to study the adaptations caused by training with different protocols of exercise with mechanical vibrations to the stability and flexibility on unexercised women and to find itself how much training with vibrations per week is essential for their improvement. Forty four women, aged $27, 86 \pm 8$, 50 years, height $165, 44 \pm 5$, 35 cm and body mass $63, 57 \pm 8$, 36 kg, voluntarily participated in the research, who were divided into three groups at random, (team 1 consisted of three training sessions per week, team 2 of two training sessions per week and team 3 was the team of control) that executed the same protocol of exercise except for the team of control that did not participate in any programme. The interventional training programme, which lasted ten weeks, included exercises for the limbs on the vibration machine (Body coach). The evaluation of the specimen took place in 3 phases, a) just before the beginning of the training programme, b) straight afterwards and c) after 4 weeks of preservation. Anova Repeated Measures was used for the statistical analysis. The results showed that existed statistically important increase of stability and as for the flexibility. The training based on mechanical vibrations resulted in improvements of the stability and flexibility on unexercised women and these improvements can be preserved for at least 4 weeks.

Words keys: stability, flexibility, frequency of vibration

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	ii
ABSTRACT.....	iii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	iv
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	vi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	X
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ	vii
 I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	 1
Καθορισμός του προβλήματος.....	9
Σκοπός της έρευνας.....	10
Περιορισμοί-Οριοθετήσεις.....	10
Κύρια ερευνητική υπόθεση.....	11
Μηδενικές υποθέσεις.....	11
Εναλλακτικές υποθέσεις.....	12
Λειτουργικοί ορισμοί.....	12
Ορολογία.....	14
Στατιστικές υποθέσεις.....	16
Ερευνητικές υποθέσεις.....	17
 II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	 18
Η επίδραση της συχνότητας της βιομηχανικής διέγερσης στο ανθρώπινο σώμα.....	22
Ο έλεγχος των κινήσεων και του νευρομυϊκού συστήματος κατά τη βιομηχανική διέγερση.....	23
Μυϊκές άτρακτοι και αντιδράσεις αυτών σε διάφορα ερεθίσματα.....	24
Το μυοτατικό αντανakλαστικό.....	26
Ερμηνεία του φαινομένου προσαρμογής.....	28
Προπόνηση βιομηχανικής διέγερσης και προσαρμογής.....	29
Αξιολόγηση της ιδιοδεκτικότητας	33
 III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	 37

Δείγμα.....	37
Όργανα συλλογής δεδομένων.....	37
Δέσμη των αξιολογήσεων.....	38
Σχεδιασμός έρευνας.....	45
Στατιστική ανάλυση.....	47
 IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	 48
Αρχικές αξιολογήσεις ισορροπίας και ευκαμψίας.....	48
Αξιολογήσεις διατήρησης αποτελέσματος.....	50
 V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	 84
 VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	 92
 VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	 93

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.1. Περιγραφή των σωματομετρικών χαρακτηριστικών του δείγματος.....	37
Πίνακας 4.1. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις στις σανίδες ισορροπίας, πριν την έναρξη του προγράμματος άσκησης για τις τρεις ομάδες.....	48
Πίνακας 4.2. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της ευκαμψίας πριν την έναρξη του προγράμματος άσκησης για τις τρεις ομάδες.....	49
Πίνακας 4.3. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της ισορροπίας, μεταξύ αρχικών και τελικών μετρήσεων για τις τρεις ομάδες.....	51
Πίνακας 4.4.. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις και τιμή F για την κυκλική σανίδα με το αριστερό άκρο και για τις τρεις ομάδες.....	52
Πίνακας 4.5. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις και τιμή F για την πρόσθια-οπίσθια κατεύθυνση με το αριστερό άκρο.....	52
Πίνακας 4.6. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις και τιμή F για την έσω-έξω πλάγια κατεύθυνση με το αριστερό άκρο.....	53
Πίνακας 4.7. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις και τιμή F για την πρόσθια-οπίσθια με το δεξί άκρο.....	53
Πίνακας 4.8. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις και τιμή F για την έσω-έξω πλάγια κατεύθυνση με το δεξί άκρο.....	54
Πίνακας 4.9. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις και τιμή F στην κυκλική κίνηση με το δεξί άκρο.....	54
Πίνακας 4.9.1: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), και τιμή F της κάμψης ισχίου ενεργητικά στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.....	55
Πίνακας 4.9.2. Μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), και τιμή F της κάμψης ισχίου παθητικά στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση	56
Πίνακας 4.9.3. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις και τιμή F για την έκταση ισχίου στη πρώτη και δεύτερη μέτρηση.....	57
Πίνακας 4.9.5. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις και τιμή F για την κάμψη γονάτου ενεργητικά. στη πρώτη και δεύτερη μέτρηση.....	59
Πίνακας 4.9.6. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις και τιμή F για την κάμψη γονάτου παθητικά στη πρώτη και δεύτερη μέτρηση.....	59
Πίνακας 4.9.7. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις και τιμή F για την αίσθηση θέσης του γονάτου στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.....	60

Πίνακας 4.9.8 Μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), και τιμή F στην κυκλική σανίδα με το αριστερό άκρο.....	61
Πίνακας 4.9.9 Μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), και τιμή F στην κυκλική σανίδα με το δεξί άκρο.....	63
Πίνακας 4.10 Μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), και τιμή F στην τετράγωνη σανίδα μέσα-έξω με το αριστερό άκρο.....	64
Πίνακας 4.11. Μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), και τιμή F στην τετράγωνη σανίδα μέσα-έξω με το δεξί άκρο.....	66
Πίνακας 4.12. Μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), και τιμή F στην τετράγωνη σανίδα εμπρός-πίσω με το αριστερό άκρο.....	67
Πίνακας 4.13. Μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), και τιμή F στην τετράγωνη σανίδα εμπρός-πίσω με το δεξί άκρο.....	69
Πίνακας 4.14. Μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F της ισορροπίας μεταξύ τελικών μετρήσεων και διατήρησης ανάμεσα στις 3 ομάδες.....	70
Πίνακας 4.15. Μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), και τιμή F στην κάμψη ισχίου ενεργητικά.....	72
Πίνακας 4.16. Μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), και τιμή F στην κάμψη ισχίου παθητικά.....	73
Πίνακας 4.17. Μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), και τιμή F στην έκταση ισχίου ενεργητικά.....	75
Πίνακας 4.18. Μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), και τιμή F στην κάμψη γονάτου ενεργητικά.....	76
Πίνακας 4.19. Μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), και τιμή F στην κάμψη γονάτου παθητικά.....	78
Πίνακας 4.20. Μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), και τιμή F μέτρησης αίσθησης θέσης γονάτου.....	79
Πίνακας 4.21. Μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), και τιμή F της ευκαμψίας μεταξύ τελικών μετρήσεων και διατήρησης για τις τρεις ομάδες.....	80
Πίνακας 4.22. Μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), και τιμή F της ευκαμψίας σε όλες τις φάσεις των μετρήσεων και για τις τρεις ομάδες.....	81

Πίνακας 4.23. Μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), και τιμή F της ισορροπίας σε όλες τις φάσεις των μετρήσεων και για τις τρεις ομάδες.....	82
---	----

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1.Σύσπαση – Διάταση μυικής μονάδας.....	25
Σχήμα 2.2.γ – κινητικοί νευρώνες.....	26
Σχήμα 2.3.Αισθητικός νευρώνας.....	28
Σχήμα 4.1.Γραφική παράσταση μέσων όρων στην κυκλική σανίδα με το αριστερό άκρο.....	62
Σχήμα 4.2.Γραφική παράσταση μέσων όρων στην κυκλική σανίδα με το δεξί άκρο.....	63
Σχήμα 4.3.Γραφική παράσταση μέσων όρων στην τετράγωνη σανίδα μέσα-έξω με το αριστερό άκρο.....	65
Σχήμα 4.4. Γραφική παράσταση μέσων όρων στην τετράγωνη σανίδα μέσα-έξω με το αριστερό άκρο	66
Σχήμα 4.5.Γραφική παράσταση μέσων όρων στην τετράγωνη σανίδα εμπρός-πίσω με το αριστερό άκρο.....	68
Σχήμα 4.6. Γραφική παράσταση μέσων όρων στην τετράγωνη σανίδα εμπρός-πίσω με το δεξί άκρο.....	69
Σχήμα 4.7. Γραφική παράσταση των μέσων όρων στην κάμψη ισχίου ενεργητικά.....	72
Σχήμα 4.8. Γραφική παράσταση των μέσων όρων στην κάμψη ισχίου παθητικά.....	74
Σχήμα 4.9.Γραφική παράσταση των μέσων όρων στην έκταση ισχίου ενεργητικά.....	75
Σχήμα 4.9.1.Γραφική παράσταση των μέσων όρων στην κάμψη γονάτου ενεργητικά.....	77
Σχήμα 4.9.2.Γραφική παράσταση των μέσων όρων στην κάμψη γονάτου παθητικά....	78
Σχήμα 4.9.3. Γραφική παράσταση των μέσων όρων για την αίσθηση θέσης γόνατος.....	79

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

Κ.Ν.Σ. Κεντρικό Νευρικό Σύστημα

DOMS Delayed – Onset Muscle Soreness

(Σύνδρομο καθυστερημένου μυϊκού πόνου)

ΠΝΣ Περιφερικό νευρικό σύστημα

SD Standard Deviation

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΜΕ ΔΟΝΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΥΚΑΜΨΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ ΤΩΝ ΚΑΤΩ ΑΚΡΩΝ

Κατά τη διάρκεια εφαρμογής ενός προγράμματος άσκησης με βάρη παρατηρείται αύξηση της δύναμης, της ταχύτητας, της ισορροπίας και της ισχύος του ασκουμένου, η οποία επιτυγχάνεται έπειτα από συστηματική προπόνηση με αντιστάσεις που ως στόχο έχουν την αύξηση του μυϊκού ιστού, τη βελτίωση του επιπέδου ευλυγισίας και της οστικής πυκνότητας. Πολλές ειδικές ασκήσεις ισορροπίας έχουν ως στόχο όχι μόνο την ανάκτηση της ιδιοδεκτικότητας μετά από τραυματισμό αλλά και τη βελτίωσή της σε υγιή άτομα λειτουργώντας σαν προληπτικό μέσο σε επικείμενους τραυματισμούς (Rozzi et al., 1999). Η προπόνηση με στόχο τη βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας περιλαμβάνει ασκήσεις οι οποίες εκπαιδεύουν τον εγκέφαλο, έτσι ώστε να αναγνωρίζει που βρίσκονται τα άκρα του σώματος στο χώρο. Με την εκτέλεση ασκήσεων ισορροπίας εμφανίζεται βελτίωση στην αίσθηση του σώματος στο χώρο καθώς και βελτίωση της αντίδρασης σε συνθήκες που θα μπορούσαν να προκαλέσουν έναν τραυματισμό, με αποτέλεσμα μείωση αυτών (Stewart et al., 2007).

Μέσω μελετών με ηλεκτρομυογράφημα διαπιστώθηκε ότι κατά τη διάρκεια της προπόνησης δύναμης και με την πάροδο του χρόνου η ηλεκτρική δραστηριότητα των μυών και των νευρών ελαττώνεται σε σχέση με τη δύναμη που αναπτύσσεται, δηλαδή παράγεται μεγαλύτερη δύναμη με μικρότερη νευρική διέγερση. Αυτή η αύξηση της νευρομυϊκής δραστηριότητας σε τόσο μικρό χρονικό διάστημα οδήγησε στη δημιουργία και εν συνεχεία στη χρήση της ολικής σωματικής δόνησης (Delecluse et al., 2003).

Η πλατφόρμα δημιουργεί δονήσεις που μεταφέρονται σε όλο το σώμα. Οι αισθητήριοι υποδοχείς του σώματος δέχονται το ερέθισμα και το διοχετεύουν μέσω των νευρώνων στο νωτιαίο μυελό. Το ερέθισμα επεξεργάζεται στο νωτιαίο μυελό και επιστρέφει στους υποδοχείς βάζοντας σε λειτουργία το Μυοτατικό Αντανακλαστικό (σύσπαση του μυός ως αντίδραση στην τάση επιμήκυνσής του). Έτσι δημιουργείται συνεχόμενη ισομετρική, συνήθως, σύσπαση του μυός, με αποτέλεσμα παραγωγή μυϊκής ενέργειας και αύξηση των ενεργειακών δαπανών του μυός. Στην αρχή λειτουργεί μόνο ασυνείδητη κίνηση (παρασυμπαθητικό σύστημα), αλλά μετέπειτα ακολουθεί και συμμετοχή και του Κ.Ν.Σ. - συνειδητή κίνηση (Darryl et al., 2005).

Η προπόνηση βιομηχανικής διέγερσης λειτουργεί μέσω δονήσεων, ώστε το σώμα να ενεργοποιεί υποσυνείδητα τους μυς, για να παραμείνει σε ισορροπία πάρα τις δονήσεις στους μυς και τους τένοντες. Μέσω, δηλαδή, της δόνησης εκδηλώνεται το τονικό αντανακλαστικό το οποίο ερεθίζει τις μυϊκές ίνες των μυϊκών ατράκτων με αποτέλεσμα να δημιουργείται σύσπαση στο μυ, η οποία αυξάνει το μυϊκό τόνο και το δυναμικό δύναμης του μυός. Η παραμόρφωση των μαλακών ιστών που προκαλείται από τις δονήσεις είναι ικανή να ενεργοποιήσει τις μυϊκές ατράκτους και τον κύκλο διάτασης – βράχυνσης (Darryl et al., 2005).

Υπάρχουν δυο είδη δονήσεων, η κάθετη και η αμφίπλευρη δόνηση. Η κάθετη δόνηση ορίζεται από τον τρόπο διαφοροποίησης της διακύμανσης, ενώ η σταθερή απόσταση ορίζεται από το ανώτερο και κατώτερο σημείο και στο μέσο της κυματοειδούς απεικόνισης. Αντίθετα, η αμφίπλευρη δόνηση ορίζεται από τον τρόπο διαφοροποίησης της διακύμανσης (Tous, 2005; Issurin et al., 2005).

Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι σε σχετικά μικρής διάρκειας προπόνηση με δόνηση (5 λεπτά χωρισμένα σε σετ του 1 min με διάλειμμα 1 min ανάμεσα στα σετ) μπορεί να προκληθεί αύξηση των εκούσιων μυϊκών προσπαθειών, ενώ σε μακράς διάρκειας προπόνηση με δόνηση η μυϊκή άτρακτος δεν ενεργοποιείται σημαντικά λόγω της μειωμένης ικανότητας παραγωγής δύναμης του μυός (Tous, 2005).

Εν κατακλείδι ο Nasarou επισήμανε ότι η βιομηχανική διέγερση προκαλεί αύξηση στο εύρος κίνησης και πραγματοποίησε υποθέσεις και για την αύξηση του κατώτερου ορίου του πόνου. Άλλωστε οι δονήσεις υπάρχουν σε καθημερινές μας δραστηριότητες και προέρχονται είτε από μέσα μεταφοράς είτε από εργαλεία του εργασιακού χώρου π.χ. τρυπάνι, κομπρεσέρ (Tous, 2005).

Καθορισμός του προβλήματος

Ο προβληματισμός της παρούσης μελέτης αφορά την βελτίωση της ικανότητας της ισορροπίας, του ελέγχου του σώματος στο χώρο και της ευκαμψίας υγιών γυναικών, μέσω της εκτέλεσης ασκήσεων στο μηχάνημα δόνησης. Η εφαρμογή ενός πρωτοκόλλου ασκήσεων ισορροπίας για τα κάτω άκρα σε υγιή άτομα έχει βρεθεί ότι μπορεί να βελτιώσει την ισορροπία, την ικανότητα ελέγχου του σώματος στο χώρο και την ευκαμψία των υγιών γυναικών με αποτέλεσμα τον καλύτερο έλεγχο του σώματος σε καθημερινές δραστηριότητες, όπως είναι το μαγείρεμα, το καθάρισμα ή το κουβάλημα των ψώνιων από το σούπερ μάρκετ.

Η εξάσκηση της ισορροπίας και της ευκαμψίας μέσω της εκτέλεσης διαφόρων ασκήσεων που μπορούν να εκτελεστούν με τη χρησιμοποίηση διαφόρων βοηθητικών μέσων (σανίδες) μπορεί να ενισχύσει τον έλεγχο του σώματος στο χώρο. Για τον λόγο αυτό στην παρούσα έρευνα εκτελέστηκε από τις δύο πειραματικές ομάδες το ίδιο πρόγραμμα ασκήσεων επάνω στην πλατφόρμα δόνησης, ενώ η τρίτη πειραματική ομάδα δεν ακολούθησε κανένα πρωτόκολλο άσκησης.

Σκοπός της έρευνας

Σκοπός της παρούσης μελέτης ήταν να βρεθεί και να επιλεχθεί πόσες δονήσεις την εβδομάδα είναι απαραίτητες για τη βελτίωση της ευκαμψίας και της ισορροπίας των κάτω άκρων καθώς και να εξετασθεί αν ένα πρόγραμμα προπόνησης με δονήσεις επιδρά θετικά στη βελτίωση της ισορροπίας και της ευκαμψίας των γυναικών που είναι φοιτήτριες Τ.Ε.Φ.Α.Α., αλλά και σε γυναίκες οι οποίες δε συμμετέχουν σε κάποιο πρόγραμμα άσκησης.

Περιορισμοί – Οριοθετήσεις.

Οι συμμετέχουσες είναι φοιτήτριες Τ.Ε.Φ.Α.Α. και γυναίκες που δε συμμετέχουν σε κάποιο πρόγραμμα άσκησης.

Οι ηλικίες τους κυμαίνονται από 18 – 50 ετών.

Ο αριθμός των συμμετεχόντων είναι 44.

Η ομάδα ελέγχου που συμμετέχει στην έρευνα δε θα ακολουθήσει κανένα πρόγραμμα άσκησης.

Οι ομάδες που συμμετέχουν στην έρευνα είναι τρεις (3).

Η έρευνα θα έχει συνολική διάρκεια 10 εβδομάδες. Η πρώτη ομάδα πραγματοποιεί προπόνηση κάθε δεύτερη μέρα, ενώ η δεύτερη ομάδα πραγματοποιεί προπόνηση κάθε τρίτη μέρα. Η τρίτη ομάδα δεν εφάρμοσε κανένα πρωτόκολλο άσκησης.

Η κάθε ομάδα εκτέλεσε 12 συνεδρίες (session). Οι μετρήσεις που έγιναν ήταν οι εξής :

- Η πρώτη μέτρηση έγινε πριν ξεκινήσει το πρόγραμμα δόνησης και για τις τρεις ομάδες, ώστε να δούμε το επίπεδο ισορροπίας και ευκαμψίας των γυναικών και των δυο ομάδων.
- Η δεύτερη μέτρηση θα γίνει στο τέλος του προγράμματος και για τις τρεις ομάδες, δηλαδή μετά τη δωδέκατη συνεδρία με σκοπό να διαπιστωθούν οι μεταβολές που

πιθανόν να υπάρξουν, θετικές ή αρνητικές, στην ισορροπία και την ευκαμψία των γυναικών.

- Έπειτα από διάστημα 4 εβδομάδων θα πραγματοποιηθεί ακόμα μια μέτρηση η οποία θα έχει ως στόχο να δείξει εάν οι μεταβολές που τυχόν υπάρξουν θα έχουν διάρκεια.

Είναι πιθανές κάποιες απουσίες λόγω ασθενειών και υποχρεώσεων του προγράμματος των φοιτητριών του Τ.Ε.Φ.Α.Α.

Καμία από τις φοιτήτριες που θα λάβουν μέρος στην παρούσα έρευνα δε συμμετείχε συστηματικά σε κάποιο πρόγραμμα προπόνησης ομαδικού ή ατομικού αγωνίσματος ή αθλήματος ή σε πρόγραμμα ιδιοδεκτικότητας.

Άτομα που προέρχονται από προηγούμενους τραυματισμούς, θλάσεις ή κατάγματα και δεν έχουν αποκατασταθεί πλήρως θα αποκλεισθούν.

Πριν την έναρξη του ερευνητικού προγράμματος όλες οι συμμετέχουσες πραγματοποίησαν δυο συνεδρίες εξοικείωσης στο μηχάνημα δόνησης.

Κύρια Ερευνητική Υπόθεση.

πάρχει διαφορά μεταξύ των ομάδων που έκαναν προπόνηση και της ομάδας ελέγχου στη βελτίωση της ισορροπίας.

Υπάρχει διαφορά στη βελτίωση της ισορροπίας μεταξύ των δύο ομάδων (ομάδας δύο προπονήσεων της εβδομάδα και ομάδας τριών προπονήσεων την εβδομάδα).

Υπάρχει διαφορά μεταξύ των ομάδων που έκαναν προπόνηση και της ομάδας ελέγχου στη βελτίωση της ευκαμψίας.

Υπάρχει διαφορά στη βελτίωση της ευκαμψίας μεταξύ των δύο ομάδων (ομάδας 2 προπονήσεων της εβδομάδα και ομάδας τριών προπονήσεων την εβδομάδα).

Μηδενικές Υποθέσεις.

- Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων που έκαναν προπόνηση και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις συνθήκες και τις χρονικές στιγμές όσον αφορά την ισορροπία. $H_0 : Spre = Spost$.
- Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων όσον αφορά την ισορροπία. $H_0: CMJpre=CMJpost$ (ομάδας δύο προπονήσεων την εβδομάδα και ομάδας τριών προπονήσεων την εβδομάδα).

- Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων που έκαναν προπόνηση και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις συνθήκες και σε όλες τις χρονικές στιγμές όσον αφορά την ευκαμψία. $H_0 : F_{pre} = F_{post}$.
- Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων όσον αφορά την ευκαμψία (ομάδας δύο προπονήσεων της εβδομάδα και ομάδας τριών προπονήσεων την εβδομάδα). $H_0 : F_{pre} = F_{post}$.

Εναλλακτικές Υποθέσεις.

- Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων που έκαναν προπόνηση σε όλες τις συνθήκες και τις χρονικές στιγμές και της ομάδας ελέγχου, όσον αφορά την ισορροπία. $H_1 : S_{pre} \neq S_{post}$.
- Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων που έκαναν προπόνηση σε όλες τις συνθήκες και τις χρονικές στιγμές όσον αφορά την ισορροπία (ομάδας δύο προπονήσεων την εβδομάδα και ομάδας τριών προπονήσεων την εβδομάδα) $H_1 : S_{pre} \neq S_{post}$.
- Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων που έκαναν προπόνηση σε όλες τις συνθήκες και τις χρονικές στιγμές και της ομάδας ελέγχου, όσον αφορά την ευκαμψία. $H_1 : F_{pre} \neq F_{post}$.
- Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων που έκαναν προπόνηση σε όλες τις συνθήκες και τις χρονικές στιγμές, όσον αφορά την ευκαμψία (ομάδας 2 προπονήσεων της εβδομάδα και ομάδας τριών προπονήσεων την εβδομάδα) $H_1: F_{pre} \neq F_{post}$.

Λειτουργικοί ορισμοί.

Ιδιοδεκτικότητα : είναι ένα αισθητικό σύστημα το οποίο παρουσιάζει τη συνειδητή ή ασυνειδητή επεξεργασία πληροφοριών πάνω σε άρθρωση, κίνηση και δύναμη δια μέσου του κεντρικού νευρικού συστήματος. Στην ευρύτερη έννοια προστίθεται και η πληροφορία για τα όργανα ισορροπίας του σώματος .

Ευλυγισία - Ευκαμψία : είναι η ικανότητα του ατόμου να εκτελεί κινήσεις με το μεγαλύτερο δυνατό εύρος κίνησης.

Ισορροπία : ένα σώμα ισορροπεί, όταν η συνισταμένη όλων των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα είναι ίση με μηδέν και η συνισταμένη των ροπών ως προς έναν άξονα που περνά από κάποιο σημείο του σώματος είναι επίσης ίση με μηδέν.

Ισορροπία στάσης (postural equilibrium): η κατάσταση εξισορρόπησης δυνάμεων και ορμών που δρουν στο κέντρο μάζας του σώματος με αποτέλεσμα μια ελάχιστη και ομοιόμορφη κίνηση (ταλάντευση θέσης). Το σώμα διατηρεί το κέντρο βάρους μέσα στα ελάχιστα όρια της σταθερότητας λόγω της εξισορρόπησης των δυνάμεων, σε συνδυασμό με την κατάλληλη ευθυγράμμιση του ανάλογου τμήματος του σώματος.

Έλεγχος της στάσης: η ικανότητα διατήρησης του ελέγχου της στάσης. Ο έλεγχος στάσης είναι αυτόματος (η εκούσια ενεργοποίηση δεν είναι απαραίτητη) και γίνεται εφικτός με: 1) την απόκτηση των κεντρομόλων πληροφοριών από τις σωματοαισθητικές, οπτικές και ακουστικές πηγές, 2) την ενσωμάτωση και την επεξεργασία των κεντρομόλων πληροφοριών από το ΚΝΣ για την επιλογή και το συντονισμό των κατάλληλων κινητικών αντιδράσεων και 3) την εκτέλεση των κινητικών εντολών από το μυοσκελετικό σύστημα.

Θερμοϋποδοχείς (thermoreceptors): αισθητικοί υποδοχείς, υπεύθυνοι για τη μετάδοση ερεθισμάτων θερμότητας, η οποία πραγματοποιείται μέσω των νευρικών ώσεων.

Μηχανοϋποδοχείς: αισθητικοί υποδοχείς οι οποίοι ενεργοποιούνται με μηχανικά ερεθίσματα και είναι υπεύθυνοι για την ποσοτική μετατροπή σε παρακείμενες ουσίες με αποτέλεσμα την έναρξη νευρικών ώσεων. Οι μηχανοϋποδοχείς είναι: α) αυτοί που είναι τοποθετημένοι πάνω ή κοντά στην επιφάνεια του σώματος και είναι υπεύθυνοι για τα ερεθίσματα από το εξωτερικό περιβάλλον και β) αυτοί που ανταποκρίνονται σε ερεθίσματα που ανέρχονται εντός των ιστών του σώματος.

Μυϊκή άτρακτος: η μυϊκή άτρακτος είναι ένας πολύπλοκος υποδοχέας, που βρίσκεται μέσα στις μυϊκές ίνες με τη μεγαλύτερη πυκνότητα στη γαστέρα των μυών. Η κυριότερη λειτουργία τους είναι η ανίχνευση του μήκους του μυός στον οποίο βρίσκονται, ενώ λειτουργούν και ως υποδοχείς της διάτασης του μυός. Όταν ερεθιστούν, προκαλούν την έναρξη της σύσπασης του μυός, που θα μειώσει την τάση που εφαρμόζεται στο μυ. Οι μυϊκές άτρακτοι είναι τοποθετημένες παράλληλα σε σχέση με τις μυϊκές ίνες, ενώ οι μυϊκές ίνες που περιέχουν τις μυϊκές ατράκτους είναι ευαίσθητες σε διάταση ή αλλαγή στο μήκος του μυός.

Τενόντιο όργανο του Golgi: τα τενόντια όργανα του Golgi βρίσκονται στους τένοντες δίπλα στη μυοτενόντια σύναψη. Ανταποκρίνονται σε σύσπαση και σε διάταση της μυϊκής μονάδας. Η κύρια λειτουργία τους είναι να καταγράφουν και να ανταποκρίνονται σε τάση που αναπτύσσεται στον τένοντα. Εάν η τάση γίνει

υπερβολική και επικίνδυνη (για τον τένοντα), τότε ενεργοποιούνται. Οι φυγόκεντροι νευράξονες από το τενόντιο όργανο Golgi, συνάπτονται με έναν νευράξονα, του αγωνιστή αλλά και του ανταγωνιστή μυός. Η αναστολή της σύσπασης του αγωνιστή μαζί με τη σύσπαση του ανταγωνιστή απομακρύνουν την τάση. Η τάση που αναπτύσσεται στο μυ και που μπορεί να είναι επικίνδυνη ανακουφίζεται και έτσι αποφεύγεται η πρόκληση κάκωσης στο μυ.

Ορολογία

Αίσθηση της θέσης της άρθρωσης: μια “υπό-αίσθηση” της ιδιοδεκτικής αίσθησης σχετίζεται με την αίσθηση της θέσης της άρθρωσης.

Αισθητικοί υποδοχείς (sensory receptor): είναι ειδικές νευρικές απολήξεις (ομάδα κυττάρων, ή όργανα αισθήσεων) που όταν διεγείρονται εξάγουν κεντρομόλες ώσεις προς το ΚΝΣ. Υπάρχουν πέντε τύποι αισθητικών υποδοχέων ανάλογα με τη φύση του ερεθίσματος για το οποίο είναι υπεύθυνοι: μηχανοϋποδοχείς, θερμοϋποδοχείς, χημειοϋποδοχείς, υποδοχείς του πόνου και ηλεκτρομαγνητικοί υποδοχείς. Ο κάθε μορφολογικός τύπος υποδοχέα είναι ευαίσθητος μόνο στο συγκεκριμένο είδος ερεθίσματος.

Αισθητικό-κινητικό σύστημα (sensorimotor system): το σύστημα αποτελείται από τις αισθήσεις, τις κινήσεις και την επεξεργασία τους από το ΚΝΣ και των συστατικών του, το οποίο συνηγορεί στην διατήρηση της ομοιοστασίας των αρθρώσεων κατά τη διάρκεια των λειτουργικών δραστηριοτήτων.

Βαθμοί ελευθερίας: ο αριθμός των τρόπων με τους οποίους μπορεί να κινείται μια συγκεκριμένη κινητική μονάδα. Οι μονάδες αυτοί μπορεί να είναι αρθρώσεις, μύες ή ακόμη και κινητικές μονάδες.

Διαδικασία (process): η σειρά των βημάτων ή γεγονότων που ακολουθούνται για την επίτευξη ενός συγκεκριμένου αποτελέσματος. Στην περίπτωση της δυναμικής σταθερότητας της άρθρωσης η διαδικασία περιλαμβάνει: τη διέγερση των μηχανοϋποδοχέων, τη νευρική μεταβίβαση, την ενσωμάτωση των σημάτων από το ΚΝΣ, τη μεταβίβαση φυγόκεντρων σημάτων, τη μυϊκή ενεργοποίηση και την παραγωγή δύναμης.

Θερμοϋποδοχείς (thermoreceptors): αισθητικοί υποδοχείς υπεύθυνοι για την μετάδοση ερεθισμάτων θερμότητας, η οποία πραγματοποιείται μέσω των νευρικών ώσεων.

Ισορροπία στάσης (postural equilibrium): η κατάσταση εξισορρόπησης δυνάμεων και ορμών που δρουν στο κέντρο μάζας του σώματος με αποτέλεσμα μια ελάχιστη και ομοιόμορφη κίνηση (ταλάντευση θέσης). Το σώμα διατηρεί το κέντρο βάρους μέσα στα ελάχιστα όρια της σταθερότητας λόγω της εξισορρόπησης των δυνάμεων, σε συνδυασμό με την κατάλληλη ευθυγράμμιση του ανάλογου τμήματος του σώματος.

Ισορροπία: η διαδικασία διατήρησης του κέντρου βάρους εντός της βάσης στήριξης του σώματος.

Κιναίσθηση: μια “υπό-αίσθηση” της ιδιοδεκτικής αίσθησης σχετίζεται με την αίσθηση της κίνησης σε μια άρθρωση, είτε αυτή πραγματοποιείται από εσωτερικές δυνάμεις (ενεργητικά) είτε από εξωτερικές δυνάμεις (παθητικά).

Μηχανοϋποδοχείς: αισθητικοί υποδοχείς οι οποίοι ενεργοποιούνται με μηχανικά ερεθίσματα και είναι υπεύθυνοι για την ποσοτική μετατροπή σε παρακείμενες ουσίες με αποτέλεσμα την έναρξη νευρικών ώσεων. Οι μηχανοϋποδοχείς είναι: α) αυτοί που είναι τοποθετημένοι πάνω ή κοντά στην επιφάνεια του σώματος και είναι υπεύθυνοι για ερεθίσματα από το εξωτερικό περιβάλλον και β) αυτοί που ανταποκρίνονται σε ερεθίσματα που ανέρχονται εντός των ιστών του σώματος.

Μυϊκή άτρακτος: η μυϊκή άτρακτος είναι ένας πολύπλοκος υποδοχέας που βρίσκεται μέσα στις μυϊκές ίνες με τη μεγαλύτερη πυκνότητα στη γαστέρα των μυών. Η κυριότερη λειτουργία τους είναι η ανίχνευση του μήκους του μυός στον οποίο βρίσκονται, ενώ λειτουργούν και ως υποδοχείς της διάτασης του μυός. Όταν ερεθιστούν, προκαλούν την έναρξη της σύσπασης του μυός, που θα μειώσει την τάση που εφαρμόζεται στο μυ. Οι μυϊκές άτρακτοι είναι τοποθετημένες παράλληλα σε σχέση με τις μυϊκές ίνες, ενώ οι μυϊκές ίνες που περιέχουν τις μυϊκές ατράκτους είναι ευαίσθητες σε διάταση ή αλλαγή στο μήκος του μυός.

Νευρομυϊκός έλεγχος: η ακούσια φυγόκεντρη αντίδραση σε ένα ερέθισμα με στόχο την επίτευξη δυναμικής σταθερότητας της άρθρωσης.

Νωτιαία-δικτυωτά δεμάτια (reticulospinal tract): προκαλούν διέγερση και ανασταλτικές συνάψεις με τους διάμεσους νευρώνες. Είναι κινητικοί νευρώνες που εμπλέκονται με την κίνηση και τον έλεγχο στάσης και ξεκινούν από το δικτυωτό σχηματισμό.

Οδός του πόνου και της θερμοκρασίας (dorsal lateral tracts): δύο οδοί ανόδου είναι τοποθετημένοι στην οπίσθια περιοχή του νωτιαίου μυελού. Οι περισσότερες από τις αισθήσεις που μεταφέρονται σε αυτή την οδό είναι η αφή, η πίεση και η δόνηση-

ταλάντωση: διάφορα ποσά εκούσιων εκτιμήσεων της θέσης και της κιναισθητικής αίσθησης έχουν αποδοθεί σε αυτήν την οδό.

Οδός του φλοιού του εγκεφάλου και του νωτιαίου μυελού (corticospinal tract): απευθείας καθοδική οδός από το φλοιό του εγκεφάλου στους κινητικούς νευρώνες.

Παρεγκεφαλιδονωτιαία δεμάτια (spinocerebellar tracts): τέσσερις οδοί πιστεύεται ότι είναι υπεύθυνοι για τη διαβίβαση ιδιοδεκτικών πληροφοριών (για τον κινητικό έλεγχο) στην παρεγκεφαλίδα, οι οποίοι ξεκινούν από τους μύς, τις αρθρώσεις και τους δερματικούς μηχανοϋποδοχείς.

Πλάγιες οδοί καθόδου (lateral descending pathways): επηρεάζουν τους κινητικούς νευρώνες, νευρώνοντας τους περιφερικούς μύες των άκρων. Η πιο σημαντική οδός είναι η ερυθρονωτιαία.

Φυγόκεντρα μονοπάτια: μονοπάτια από νευρώνες που μεταφέρουν πληροφορίες από το ΚΝΣ στα κινητικά νεύρα. Το αισθητικό-κινητικό σύστημα περιλαμβάνει: 1) το κεντρικό νευρικό σύστημα (νωτιαίος μυελός, εγκεφαλικό στέλεχος, φλοιός), 2) τους ενδιάμεσους νευρώνες και τις καθοδικές οδούς νευρικών ινών που καταλήγουν στα κινητικά νεύρα του νωτιαίου μυελού και 3) τους κινητικούς νευρώνες (α και γ) που τερματίζουν στις κινητικές απολήξεις.

Στατιστικές υποθέσεις

Μηδενικές υποθέσεις

Οι μηδενικές υποθέσεις της παρούσας έρευνας είναι :

$H_0: MP_{pre}=MP_{post}=MP_{keep} \text{ (1)}$

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κυκλική σανίδα στο αριστερό πόδι.

$H_0: MP_{pre}=MP_{post}=MP_{keep} \text{ (2)}$

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κυκλική σανίδα στο αριστερό πόδι.

$H_0: MP_{pre}=MP_{post}=MP_{keep} \text{ (3)}$

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κυκλική σανίδα στο αριστερό πόδι.

Οι μηδενικές υποθέσεις της παρούσας έρευνας είναι :

$H_0: MP_{pre}=MP_{post}=MP_{keep} \text{ (4)}$

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κυκλική σανίδα στο δεξί πόδι.

Ho: MPpre=MPpost =MPkeep (5)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κυκλική σανίδα στο δεξί πόδι.

Ho: MPpre=MPpost =MPkeep (6)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κυκλική σανίδα στο δεξί πόδι.

Οι μηδενικές υποθέσεις της παρούσας έρευνας είναι :

Ho: MPpre=MPpost =MPkeep (7)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές μέσα-έξω στο αριστερό πόδι.

Ho: MPpre=MPpost =MPkeep (8)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές μέσα-έξω στο αριστερό πόδι.

Ho: MPpre=MPpost =MPkeep (9)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές μέσα-έξω στο αριστερό πόδι.

Οι μηδενικές υποθέσεις της παρούσας έρευνας είναι :

Ho: MPpre=MPpost =MPkeep (10)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές μέσα-έξω στο δεξί πόδι.

Ho: MPpre=MPpost =MPkeep (11)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές μέσα-έξω στο δεξί πόδι.

Ho: MPpre=MPpost =MPkeep (12)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές μέσα-έξω στο δεξί πόδι.

Οι μηδενικές υποθέσεις της παρούσας έρευνας είναι :

Ho: MPpre=MPpost =MPkeep (13)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές εμπρός-πίσω στο αριστερό πόδι.

Ho: MPpre=MPpost =MPkeep (14)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές εμπρός-πίσω στο αριστερό πόδι.

Ho: MPpre=MPpost =MPkeep (15)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές εμπρός-πίσω στο αριστερό πόδι.

Οι μηδενικές υποθέσεις της παρούσας έρευνας είναι :

Ho: MPpre=MPpost =MPkeep (16)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές εμπρός-πίσω στο δεξί πόδι.

Ho: MPpre=MPpost =MPkeep (17)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές εμπρός-πίσω στο δεξί πόδι.

Ho: MPpre=MPpost =MPkeep (18)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές εμπρός-πίσω στο δεξί πόδι.

Ho: Fpre=Fpost =Fkeep (19)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την κάμψη ισχίου ενεργητικά.

Ho: Fpre=Fpost=Fkeep (20)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την κάμψη ισχίου ενεργητικά.

Ho: Fpre=Fpost =Fkeep (21)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την κάμψη ισχίου ενεργητικά.

Ho: Fpre=Fpost =Fkeep (22)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την κάμψη ισχίου παθητικά.

Ho: Fpre=Fpost =Fkeep (23)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την κάμψη ισχίου παθητικά.

Ho: Fpre=Fpost =Fkeep (24)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την κάμψη ισχίου παθητικά.

Ho: Fpre=Fpost =Fkeep (25)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την έκταση ισχίου.

Ho: Fpre=Fpost =Fkeep (26)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την έκταση ισχίου.

Ho: Fpre=Fpost =Fkeep (27)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την έκταση ισχίου.

Ho: Fpre=Fpost =Fkeep (28)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την κάμψη γόνατος ενεργητικά.

Ho: Fpre=Fpost =Fkeep (29)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την κάμψη γόνατος ενεργητικά.

Ho: Fpre=Fpost =Fkeep (30)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την κάμψη γόνατος ενεργητικά.

Ho: Fpre=Fpost =Fkeep (31)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την κάμψη γόνατος παθητικά.

Ho: Fpre=Fpost =Fkeep (32)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την κάμψη γόνατος παθητικά.

Ho: Fpre=Fpost =Fkeep (33)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την κάμψη γόνατος παθητικά.

Ho: Fpre=Fpost =Fkeep (34)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την αίσθηση θέσης.

$H_0: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$ (35)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την αίσθηση θέσης.

$H_0: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$ (36)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την αίσθηση θέσης.

Ερευνητικές υποθέσεις

$H_1: MP_{pre}=MP_{post}=MP_{keep}$ (1)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κυκλική σανίδα στο αριστερό πόδι.

$H_1: MP_{pre}=MP_{post}=MP_{keep}$ (2)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κυκλική σανίδα στο αριστερό πόδι.

$H_1: MP_{pre}=MP_{post}=MP_{keep}$ (3)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κυκλική σανίδα στο αριστερό πόδι.

Οι μηδενικές υποθέσεις της παρούσας έρευνας είναι :

$H_1: MP_{pre}=MP_{post}=MP_{keep}$ (4)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κυκλική σανίδα στο δεξί πόδι.

$H_1: MP_{pre}=MP_{post}=MP_{keep}$ (5)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κυκλική σανίδα στο δεξί πόδι.

$H_1: MP_{pre}=MP_{post}=MP_{keep}$ (6)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κυκλική σανίδα στο δεξί πόδι.

Οι μηδενικές υποθέσεις της παρούσας έρευνας είναι :

$H_1: MP_{pre}=MP_{post}=MP_{keep}$ (7)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές μέσα-έξω στο αριστερό πόδι.

$H_1: MP_{pre}=MP_{post}=MP_{keep}$ (8)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές μέσα-έξω στο αριστερό πόδι.

H₁: MPpre=MPpost =MPkeep (9)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές μέσα-έξω στο αριστερό πόδι.

Οι μηδενικές υποθέσεις της παρούσας έρευνας είναι :

H₁: MPpre=MPpost =MPkeep (10)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές μέσα-έξω στο δεξί πόδι.

H₁: MPpre=MPpost =MPkeep (11)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές μέσα-έξω στο δεξί πόδι.

H₁: MPpre=MPpost =MPkeep (12)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές μέσα-έξω στο δεξί πόδι.

Οι μηδενικές υποθέσεις της παρούσας έρευνας είναι :

H₁: MPpre=MPpost =MPkeep (13)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές εμπρός-πίσω στο αριστερό πόδι.

H₁: MPpre=MPpost =MPkeep (14)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές εμπρός-πίσω στο αριστερό πόδι.

H₁: MPpre=MPpost =MPkeep (15)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές εμπρός-πίσω στο αριστερό πόδι.

Οι μηδενικές υποθέσεις της παρούσας έρευνας είναι :

H₁: MPpre=MPpost =MPkeep (16)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές εμπρός-πίσω στο δεξί πόδι.

H₁: MPpre=MPpost =MPkeep (17)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές εμπρός-πίσω στο δεξί πόδι.

H₁: MPpre=MPpost =MPkeep (18)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές εμπρός-πίσω στο δεξί πόδι.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$ (19)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την κάμψη ισχίου ενεργητικά.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$ (20)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την κάμψη ισχίου ενεργητικά.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$ (21)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την κάμψη ισχίου ενεργητικά.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$ (22)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την κάμψη ισχίου παθητικά.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$ (23)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την κάμψη ισχίου παθητικά.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$ (24)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την κάμψη ισχίου παθητικά.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$ (25)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την έκταση ισχίου.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$ (26)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την έκταση ισχίου.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$ (27)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την έκταση ισχίου.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$ (28)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την κάμψη γόνατος ενεργητικά.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$ (29)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την κάμψη γόνατος ενεργητικά.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$ (30)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την κάμψη γόνατος ενεργητικά.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$ (31)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την κάμψη γόνατος παθητικά.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$ (32)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την κάμψη γόνατος παθητικά.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$ (33)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την κάμψη γόνατος παθητικά.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$ (34)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την αίσθηση θέσης.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$ (35)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την αίσθηση θέσης.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$ (36)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία για την αίσθηση θέσης.

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Η χρήση των δονήσεων πάνω στον ανθρώπινο οργανισμό με σκοπό να επιτευχθούν βελτιώσεις σε αυτόν πραγματοποιήθηκε για πρώτη φορά στην πρώην Ανατολική Γερμανία λίγο μετά το τέλος του Β' Παγκοσμίου Πολέμου. Η μηχανική δόνηση προβάλλεται ως μια εναλλακτική μέθοδος άσκησης που, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, επηρεάζει πολλά συστήματα του ανθρώπινου οργανισμού (Eisman, 2001; Nordlund, 2007).

Η προπόνηση βιομηχανικής διέγερσης λειτουργεί μέσω δονήσεων. Το σώμα ενεργοποιεί υποσυνείδητα τους μυς, ώστε να παραμείνει σε ισορροπία πάρα τις δονήσεις. Η αρχή με την οποία λειτουργούν τα μηχανήματα, η Ολική Σωματική Δόνηση, βρίσκεται στο νόμο της κίνησης, που διατύπωσε ο Νεύτωνας: Η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται σε ένα σώμα ισούται με το γινόμενο της μάζας αυτού, επί την επιτάχυνσή του, δηλαδή $f = m \times g$. Αυτό σημαίνει ότι κάποιος μπορεί να βελτιώσει τη λειτουργική ικανότητά του (δύναμη, ταχύτητα και ισχύς) εφαρμόζοντας στο σώμα του είτε περισσότερη μάζα είτε περισσότερη επιτάχυνση. Πολλές μορφές προπόνησης αλλάζουν την παράμετρο μάζα (m), όπως τα μηχανήματα εκγύμνασης, τα ελεύθερα βάρη, κλπ. Αντιθέτως, τα μηχανήματα Ολική Σωματική Δόνηση αλλάζουν την παράμετρο επιτάχυνσης (g), ενώ παράλληλα διατηρείται σταθερή η μάζα, δηλαδή το σωματικό βάρος. Το αποτέλεσμα είναι να ασκείται μια πολύ μεγαλύτερης επίδρασης "επιβάρυνση" της βαρύτητας σε κάθε κίνηση που πραγματοποιεί η πλατφόρμα (Bosco, 1992).

Στην πραγματικότητα τα αποτελέσματα που παρατηρούνται στην προπόνηση δόνησης ακολουθούν τους ίδιους κανόνες της βιολογίας και της φυσιολογίας του σώματος που εφαρμόζονται και σε άλλες μορφές προπόνησης. Πρωταρχικός στόχος της χρήσης της μεθόδου ήταν η αντιμετώπιση της οστεοπόρωσης και τα πρώτα αποτελέσματα έδειξαν αισθητή βελτίωση της θέσης των αρθρώσεων. Στη συνέχεια η μέθοδος εφαρμόστηκε στην Πρώην Σοβιετική Ένωση με σκοπό τη μεγιστοποίηση της μυϊκής αντοχής των Σοβιετικών Αστροναυτών ένδειξη αποτελεί η παραμονή αυτών στο διάστημα για περισσότερο από 400 24ωρα έναντι μόνο 100 των Αμερικανών. Επίσης, η μέθοδος εφαρμόστηκε και σε προγράμματα προετοιμασίας αθλητών υψηλού αγωνιστικού επιπέδου όπως είναι οι κολυμβητές, οι χορευτές μπαλέτου, οι ενοργανίστες, κ.α. (Bosco, 1992; Lattanzio et al, 1997).

Τα ερευνητικά δεδομένα δείχνουν ότι ύστερα από μια συνεδρία με μηχανικές δονήσεις ενεργοποιείται το νευρικό σύστημα. Η προκαλούμενη δόνηση δρα τόσο στους περιφερικούς κινητικούς νευρώνες μέσω της ενεργοποίησης του μυοτατικού αντανακλαστικού όσο και στους κεντρικούς κινητικούς νευρώνες και το εξωπυραμιδικό σύστημα μέσω νευρικών οδών που ερευνώνται. Η άμεση επίδραση στο καρδιαγγειακό σύστημα εκφράζεται με μικρή αύξηση της καρδιακής συχνότητας και της συστολικής πίεσης (Τοκμακίδης & Καρακύριου, 2006; Issurin et al., 2005). Όσον αφορά τις διακυμάνσεις ορισμένων ορμονών, η προπόνηση με δονήσεις προκαλεί αύξηση των επιπέδων των αυξητικών ορμονών και μείωση των επιπέδων της κορτιζόλης. Υπάρχουν ενδείξεις σύμφωνα με τις οποίες ένα μακροχρόνιο πρόγραμμα δόνησης μπορεί να επιδράσει στο μεταβολισμό του οστού και να προκαλέσει αύξηση της οστικής πυκνότητας (Τοκμακίδης & Καρακύριου, 2006).

Υπάρχουν στοιχεία από τα οποία προκύπτει ότι μια αύξηση της συχνότητας των δονήσεων μπορεί να προκαλέσει μια ανάλογη αύξηση της μυϊκής τάσης (McArdlen et al., 2000; Cochrane et al., 2005). Έτσι, όταν το δονητικό ερέθισμα είναι μεγάλης συχνότητας, απορροφάται από τα μαλακά μόρια του μυός, ενώ η δόνηση χαμηλής συχνότητας μεταδίδεται μέσω των ιστών του σώματος (Rittweger et al., 2000; Rees et al., 2008). Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι η επίδραση του δονητικού ερεθίσματος εξαρτάται από τη συχνότητα που εφαρμόζεται, ενώ οι χαμηλής συχνότητας δονήσεις μεταδίδονται μέσω της κινητικής αλυσίδας στις κεντρικές μυϊκές ομάδες τις οποίες και ενεργοποιεί. Σύμφωνα με τους Cardinale και Lim (2003) το δονητικό ερέθισμα συχνότητας 40-50Hz ίσως είναι το βέλτιστο για το συνδυασμό δυο διαφορετικών στόχων : α) για τη μετάδοση των δονήσεων και β) για τη μυϊκή ενεργοποίηση πριν και κατά τη διάρκεια της εκούσιας σύσπασης. Η βελτίωση της απόδοσης, της ευκαμψίας και της ισορροπίας που παρατηρείται, όταν η συχνότητα του δονητικού ερεθίσματος είναι χαμηλή μπορεί να οφείλεται σε πολλούς παράγοντες. Βασικά, είναι πολύ πιθανό μια χαμηλή συχνότητα δονήσεων να μην είναι ικανή να προκαλέσει μυϊκό κάματο και να ενεργοποιήσει σε μικρό βαθμό το τονικό δονητικό αντανακλαστικό (TVR) (Cardinale & Lim, 2003). Αντίθετα, οι υψηλής συχνότητας δονήσεις προκαλούν αυξημένη ενεργοποίηση του αντανακλαστικού καθώς και αύξηση της νευρομυϊκής διέγερσης, σε τέτοιο βαθμό που οι μύες δεν είναι σε θέση να ανταπεξέλθουν λόγω της μυϊκής κόπωσης (Cardinale & Lim, 2003).

Σε σχετικές έρευνες αναφέρεται ότι οι συχνότητες κάτω από 20 Hz προκαλούν μυϊκή χαλάρωση, ενώ οι συχνότητες πάνω από 50 Hz είναι πολύ πιθανό να προκαλέσουν

κάματο ειδικά, όταν η δόνηση εφαρμόζεται σε απροπόνητα άτομα (Rittweger et al., 2003). Όταν η ένταση των δονήσεων δεν είναι ικανή να προκαλέσει κάματο και έχει σχετικά μικρή διάρκεια, τότε παρατηρείται αύξηση τόσο της διεγερσιμότητας του κεντρικού νευρικού συστήματος όσο και της ικανότητας παραγωγής ισχύος (Darryl, 2005; Kinser et al., 2008). Χρησιμοποιούνται πολύ συχνά στην πρόληψη και θεραπεία της οστεοπόρωσης και τη βελτίωση της ισορροπίας που αποτελεί πολύ σημαντικό παράγοντα στην πρόληψη των καταγμάτων. Η φιλοσοφία τους, όσον αφορά την οστεοπόρωση, στηρίζεται στο ότι με τους κραδασμούς που προκαλούν οι δονήσεις το οστό δέχεται δυνάμεις ικανές να αυξήσουν την οστική του πυκνότητα. Μελέτες απέδειξαν πως οι κραδασμοί σε σωστή δόση οδηγούν σε ανάπτυξη τα οστά. Υπάρχουν πλατφόρμες που δίνουν έμφαση στο δυνάμωμα των μυών. Έτσι, επιτυγχάνονται οφέλη και στα οστά αλλά κυρίως στην ισορροπία και την προφύλαξη από τις πτώσεις και τα κατάγματα (Darryl, 2005; Kinser et al., 2008).

Επιπλέον, χρησιμοποιούνται στην αντιμετώπιση της ακράτειας ούρων στις γυναίκες, διότι δυναμώνουν τους μυς του πυελικού εδάφους. Υπάρχουν ενδείξεις ότι οφέλη από τις πλατφόρμες υπάρχουν και στην παχυσαρκία (μέσω ορμονικής δράσης), στο διαβήτη (μέσω βελτίωσης της κυκλοφορίας) και σε χρόνιες δυσκοπότητες. Οι μελέτες, όμως, βρίσκονται σε ερευνητικό στάδιο. Στον αθλητισμό χρησιμοποιούνται κυρίως σε αθλητές με στόχο τη βελτίωση της δύναμης και μετά από τραυματισμούς συνδέσμων στο γόνατο κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης για τη βελτίωση της ισορροπίας – ιδιοδεκτικότητας (Abbott et al., 1944 ; Kinser et al., 2008).

Οι επιδράσεις της προπόνησης με δονήσεις στην ευκαμψία έχουν γίνει αντικείμενο μελέτης λίγων επιστημόνων. Σε μια από τις πρώτες έρευνες που σχετίζονται με τα οφέλη της άσκησης με δονήσεις, ο Nazarov (1987) μελέτησε τις επιδράσεις του δονητικού ερεθίσματος και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι, όταν οι διατάσεις γίνονται σε συνδυασμό με δονήσεις, αυξάνεται η ευκαμψία σε μεγαλύτερο βαθμό συγκριτικά με απλές διατάσεις. Οι ασκήσεις που στοχεύουν στην αύξηση του εύρους κίνησης των αρθρώσεων, σύμφωνα με πολλούς ερευνητές, θα πρέπει να εκτελούνται μέχρι το κατώφλι του πόνου (Sands et al., 2006).

Σύμφωνα με τον Lephart and Fu (2000), η προπόνηση με δονήσεις επηρεάζει τους αισθητήρες του πόνου, αυξάνοντας και το κατώφλι. Σε σχετική έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τον Issurin και τους συνεργάτες του (1994) μελετήθηκε η επίδραση του δονητικού ερεθίσματος στην ευκαμψία νεαρών αθλητών. Από τα

αποτελέσματα προκύπτει στατιστικά σημαντική αύξηση της ευκαμψίας κατά 8,7%, ύστερα από ένα πρόγραμμα με δονήσεις, οι οποίες εφαρμόζονταν τοπικά στους μυς, διάρκειας 3 εβδομάδων.

Το γεγονός αυτό οφείλεται σε 3 βασικούς παράγοντες: α) στην αύξηση του κατωφλίου του πόνου, β) στην αύξηση της αιματικής ροής που έχει σαν αποτέλεσμα και την αύξηση της θερμοκρασίας των μυών, και γ) στη χαλάρωση που προκαλεί η εφαρμογή των δονήσεων στους συγκεκριμένους μυς. Η μείωση του πόνου κατά την εκτέλεση διατακτικών ασκήσεων, σύμφωνα με τον Issurin, αποτελεί το βασικότερο παράγοντα, ο οποίος συνεισφέρει στα θετικά αποτελέσματα έπειτα από την εκτέλεση προπόνησης με δονήσεις.

Η προπόνηση δονήσεων έχει αναλγητικές επιδράσεις τόσο κατά τη διάρκεια όσο και μετά την απευθείας εφαρμογή του ερεθίσματος στους μυς ή τους τένοντες (Τοκμακίδης & Καρακύριου, 2006). Επιπλέον, οι μυϊκές δονήσεις αυξάνουν την τοπική αιματική ροή κάτι το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των καρδιακών παλμών. Η επίδραση αυτή οδηγεί σε αύξηση της ελαστικότητας των μυών και σε περαιτέρω βελτίωση της ευκαμψίας. Από την άποψη της νευροφυσιολογίας οι επιδράσεις της προπόνησης με δονήσεις, που παρατηρούνται κατά την εκτέλεση διατάσεων, οφείλονται στον ερεθισμό των τενόντιων οργάνων του Golgi. Αντίθετα με τις μυϊκές ατράκτους, η διέγερση των σωματιδίων αυτών έχει σαν αποτέλεσμα την αναστολή της σύσπασης και οδηγεί στη χαλάρωση των μυών. Αυτήν τη μυϊκή χαλάρωση έχει σαν στόχο η προπόνηση με δονήσεις, όταν γίνεται σε συνδυασμό με διατακτικές ασκήσεις (Rittweger et al., 2000).

Κατά την εκτέλεση ασκήσεων, οι οποίες στοχεύουν στη βελτίωση της ευκαμψίας, η ελαστικότητα που αποκτά ο μυς δεν επιδρά στο μήκος του ή στη στιγμιαία σύσπαση του σαν ανταπόκριση στη διάταση. Η αύξηση της ευκαμψίας οφείλεται στην αύξηση της ανεκτικότητας του μυός στην εκτελούμενη διάταση (Rittweger et al., 2000; Stewart et al., 2007), κάτι το οποίο ίσως να συμβαίνει έπειτα από προπόνηση με δονήσεις. Η ελαστικότητα του μυός αλλάζει μόνο μετά από τη σχετική προθέρμανση, η οποία έχει σαν αποτέλεσμα την αυξημένη αιματική ροή των μυών (Rittweger et al., 2000).

Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται από τα αποτελέσματα σχετικής έρευνας του Bosco και συνεργατών (1992). Έπειτα από την εφαρμογή δονήσεων στους τένοντες, συχνότητας 80Hz και διάρκειας 30 δευτερολέπτων, προκύπτει από τα αποτελέσματα αυξημένη νευρική ενεργοποίηση και όχι αλλαγές στα συστατικά στοιχεία του μυός.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι η αύξηση της ανεκτικότητας των μυών στη διάταση, δεν έχει θετικές επιδράσεις στην αποφυγή τραυματισμών (Pope et al., 2000), ενώ μια σωστή προθέρμανση, η οποία δε θα περιλαμβάνει έκκεντρες συστολές, έχει καλύτερα αποτελέσματα (Torvinen et al., 2002). Τέλος, η προπόνηση με δονήσεις που στοχεύει στην αύξηση του εύρους κίνησης αφορά αθλητές των οποίων τα αθλήματα απαιτούν μεγάλη ευκαμψία, όπως είναι οι γυμναστές (Bosco, 1992).

Η συστηματική εφαρμογή ενός προγράμματος διατατικών ασκήσεων, σε συνδυασμό με πρόγραμμα δόνησης, είναι σίγουρο ότι θα αποφέρει πολλά οφέλη στον ασκούμενο, όπως :

- Ανακούφιση από μυϊκούς πόνους (άλγη). Οι μυϊκές διατάσεις είναι σε θέση να εξαλείψουν ορισμένες μορφές μυϊκού πόνου (κυρίως αυτών που προέρχονται από έντονη δραστηριότητα ή άσκηση). Έχει, ωστόσο, αποδειχτεί ότι οι διατατικές ασκήσεις σε συνδυασμό με πρόγραμμα δόνησης μειώνουν αποτελεσματικά το μυϊκό άλγος τόσο κατά τη διάρκεια της άσκησης όσο και μετά από αυτήν (Torvinen et al., 2002)
- Ανάπτυξη ευκαμψίας. Κανένας άλλος παράγοντας δεν είναι τόσο σημαντικός για την ανάπτυξη της ευκαμψίας όσο οι διατατικές ασκήσεις. Συγκεκριμένα, η βελτίωση της ευκαμψίας επιτυγχάνεται προοδευτικά, εκτελώντας κινήσεις που στιγμιαία υπερβαίνουν το εύρος της κίνησης της άρθρωσης (αρχή της υπερδιάτασης). Κατά την εκτέλεση των ασκήσεων οι οποίες στοχεύουν στη βελτίωση της ευκαμψίας έπειτα από την εφαρμογή δονήσεων στους τένοντες 80 Hz και διάρκειας 30sec προκύπτει αυξημένη νευρική ενεργοποίηση και όχι αλλαγές στα στοιχεία του μυός (Torvinen et al., 2002).

Η επίδραση της συχνότητας της βιομηχανικής διέγερσης στο ανθρώπινο σώμα

Κάθε όργανο του ανθρώπινου σώματος έχει και μία εσωτερική συχνότητα(ιδιοσυχνότητα). Οι μύες, οι πνεύμονες και η σπονδυλική στήλη έχουν ιδιοσυχνότητα από 4 έως 8 Hz, ενώ ο εγκέφαλος και ο βολβός του ματιού από 15 έως 20 Hz. Όταν μία εξωτερική συχνότητα ταυτιστεί με την ιδιοσυχνότητα ενός οργάνου, τότε παρατηρείται το φαινόμενο του συντονισμού.

Τα μηχανήματα που χρησιμοποιούν την ολόσωμη σωματική δόνηση μεταφέρουν την ταλάντωση που παράγουν στο σώμα με αποτέλεσμα το σώμα να δονείται (ταλαντώνεται) (Fieger et al., 1998).

	Εσωτερικά όργανα Εγκέφαλος και ματιά	Μέλη & Όργανα μή προσκολλημένα σταθερά στο σώμα
ΓΥΝΑΙΚΕΣ	5 έως 10 Hz	4-8 Hz
ΑΝΔΡΕΣ	8 έως 15 Hz	18-20 Hz

Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να τονισθεί ότι θα ήταν επικίνδυνο μια εξωτερική συχνότητα να συντονιστεί με τη συχνότητα των οργάνων του ανθρωπίνου σώματος, γιατί θα μπορούσε να επιφέρει ανεπανόρθωτες βλάβες (Fieger et al., 1998; Issurin et al., 2005).

Ένα παράδειγμα αποτελεί η δόνηση έντασης 4 έως 6 δονήσεων ανά δευτερόλεπτο που προκαλούν τα αυτοκίνητα. Η συχνότητα αυτή ταυτίζεται με τη συχνότητα συντονισμού της οσφυϊκής μοίρας που είναι περίπου 5 δονήσεις ανά δευτερόλεπτο, επηρεάζοντας αρνητικά τους μεσοσπονδύλιους δίσκους, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει στην εκφύλισή τους. Γι' αυτόν το λόγο τα τελευταία χρόνια οι μεγάλες αυτοκινητοβιομηχανίες κατασκευάζουν αυτοκίνητα με διαφορετικές συχνότητες, για να αποφευχθεί το φαινόμενο του συντονισμού (Fieger et al., 1998; Issurin et al., 2005).

Ο έλεγχος των κινήσεων και του νευρομυϊκού συστήματος κατά τη βιομηχανική διέγερση.

Η δραστηριότητα των κινητικών μονάδων και η εκτέλεση μιας κίνησης μπορεί να γίνει με τη βούληση του ατόμου ή και χωρίς αυτήν. Δηλαδή, στην πρώτη περίπτωση συμμετέχουν μηχανισμοί που ολοκληρώνονται στον εγκεφαλικό φλοιό, ενώ στη δεύτερη η ολοκλήρωση γίνεται στο επίπεδο του νωτιαίου μυελού (Jones et al., 1985).

Οι πολύπλοκες κινητικές δραστηριότητες συντονίζονται σε υψηλότερα επίπεδα του νευρικού συστήματος (κινητικό φλοιό, παρεγκεφαλίδα, βασικά γάγγλια, νωτιαίο μυελό, θερμοϋποδοχείς κ.α), ενώ απλές αντανακλαστικές απαντήσεις γίνονται στο επίπεδο του νωτιαίου μυελού (McDonald et al, 1984).

Το αντανακλαστικό είναι η απλούστερη μορφή σωματικής κίνησης και αποτελεί τη βασική μονάδα ολοκληρωμένης νευρικής δραστηριότητας. Για να παραχθεί, όμως, το κινητικό ερέθισμα χρειάζονται το αισθητήριο όργανο που διεγείρεται από το ερέθισμα, δηλαδή οι ιδιοδεκτικοί υποδοχείς στους μυς που διεγείρονται με τη μεταβολή του μήκους και της τάσης του μυός. Ο γ-κεντρομόλος νευρώνας που παράγει τις αισθητικές ώσεις από τον υποδοχέα στο κέντρο, ο κεντρικός σταθμός ολοκλήρωσης στη φαιά ουσία του

νωτιαίου μυελού, όπου συνδέονται ο κεντρομόλος με τον φυγόκεντρο νευρώνα. Ο α-φυγόκεντρος νευρώνας του οποίου το κυτταρικό σώμα βρίσκεται στο πρόσθιο κέρατο της φαιάς ουσίας του νωτιαίου μυελού και σκοπό έχει να μεταβιβάζει τις νευρικές ώσεις στους μύες. Τέλος, ο αποδέκτης του ερεθίσματος, δηλαδή το εκτελεστικό όργανο, ο μυς στον οποίο απολήγει ο α-φυγόκεντρος νευρώνας (Rothmuller et al., 1995).

Μυϊκές άτρακτοι και αντιδράσεις αυτών σε διάφορα ερεθίσματα

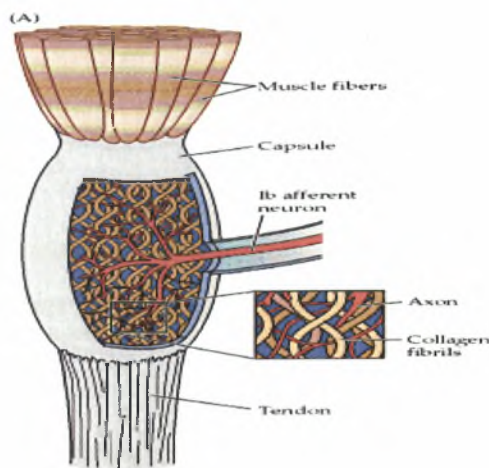
Η μυϊκή άτρακτος είναι ένας πολύπλοκος υποδοχέας, που βρίσκεται μέσα στις μυϊκές ίνες με τη μεγαλύτερη πυκνότητα στη γαστέρα των μυών. Οι μυϊκές άτρακτοι θεωρούνται το τρίτο πιο πολύπλοκο όργανο μετά το μάτι και το αυτί (Schulte & Happel, 1990; Guyton & Hall, 1998). Η κυριότερη λειτουργία τους είναι η ανίχνευση του μήκους του μυός στον οποίο βρίσκονται, ενώ λειτουργούν και ως υποδοχείς της διάτασης του μυός. Όταν ερεθιστούν, προκαλούν την έναρξη της σύσπασης του μυός, που θα μειώσει την τάση που εφαρμόζεται στο μυ. Οι μυϊκές άτρακτοι είναι τοποθετημένες παράλληλα σε σχέση με τις μυϊκές ίνες, ενώ οι μυϊκές ίνες που περιέχουν τις μυϊκές άτρακτους είναι ευαίσθητες σε διάταση ή αλλαγή στο μήκος του μυός. Όταν ένας μυς διατείνεται, τότε και η μυϊκή άτρακτος που βρίσκεται σε παράλληλη διάταξη σε σχέση με την μυϊκή ίνα, διατείνεται επίσης. Το αισθητικό ερέθισμα της μυϊκής άτρακτου προκαλεί διέγερση στη Σπονδυλική Στήλη (Σ.Σ.) και συνάπτεται με έναν α νευράξονα, ο οποίος προκαλεί ως απάντηση στη διέγερση, τη σύσπαση του μυός (Torvinen et al., 2002).

Επιπρόσθετα, άλλες διεγέρσεις στέλνονται στους ανταγωνιστές μυς στους οποίους προκαλούν αναστολή της λειτουργίας τους. Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η συστολή του επιμηκυμένου μυός, που κατά αυτόν τον τρόπο ανακουφίζεται από τη διάταση (Tippett & Voight, 1995; Guyton & Hall, 1998).

Για τον καθορισμό των γωνιών των αρθρώσεων κατά τις μέτριας έκτασης κινήσεις, οι σημαντικότεροι υποδοχείς πιστεύεται ότι είναι οι μυϊκές άτρακτοι. Οι υποδοχείς αυτοί έχουν, επίσης, εξαιρετικά μεγάλη σημασία για τον έλεγχο της κίνησης των μυών. Όταν η γωνία της άρθρωσης μεταβάλλεται, ορισμένοι μύες υφίστανται διάταση, ενώ άλλοι χαλαρώνουν. Τα πληροφοριακά στοιχεία που αφορούν τη διάταση των μυών μεταδίδονται από τις μυϊκές άτρακτους προς το υπολογιστικό σύστημα του νωτιαίου μυελού και των ανώτερων περιοχών του συστήματος των οπισθίων στηλών, για την αποκωδικοποίηση των πολύπλοκων σχέσεων των γωνιών των διαφόρων αρθρώσεων μεταξύ τους (Guyton & Hall, 1998).

Τα τενόντια όργανα του Golgi βρίσκονται στους τένοντες δίπλα στη μυοτενόντια σύναψη. Ανταποκρίνονται σε σύσπαση και σε διάταση της μυϊκής μονάδας, όπως αυτό φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα (Σχήμα 2.1).

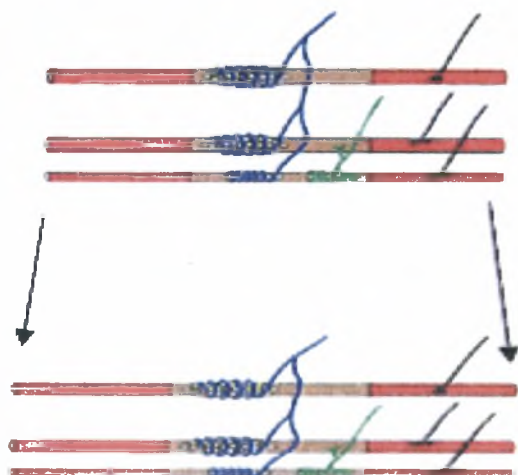
Σχήμα 2.1. Σύσπαση – διάταση μυϊκής μονάδας.



Η κύρια λειτουργία τους είναι να καταγράφουν και να ανταποκρίνονται σε τάση που αναπτύσσεται στον τένοντα. Εάν η τάση γίνει υπερβολική και επικίνδυνη (για τον τένοντα), τότε ενεργοποιούνται τα τενόντια όργανα Golgi. Οι φυγόκεντροι νευράξονες από το τενόντιο όργανο Golgi συνάπτονται με έναν α νευράξονα, του αγωνιστή αλλά και του ανταγωνιστή μυός. Η αναστολή της σύσπασης του αγωνιστή μαζί με τη σύσπαση του ανταγωνιστή, απομακρύνουν την τάση. Η τάση που αναπτύσσεται στο μυ και που μπορεί να είναι επικίνδυνη, ανακουφίζεται και έτσι αποφεύγεται η πρόκληση κάκωσης στο μυ (Tippett & Voight, 1995; Guyton & Hall, 1998).

Σε ένα μη δραστηριοποιημένο μυ, η μυϊκή άτρακτος μέσω των Ία-αισθητικών ινών μεταφέρει ώσεις με τις οποίες πραγματοποιείται η πληροφόρηση του ΚΝΣ σχετικά με τη θέση και το βαθμό διάτασης του μυός. Η μυϊκή άτρακτος βρίσκεται συνεχώς σε μια μόνιμα διατεταγμένη κατάσταση, λόγω της δραστηριότητας των γ-κινητικών νευρώνων, που επιτρέπει στο μυ να ανιχνεύει τόσο τη διάταση όσο και τη σύσπαση. Η μυϊκή άτρακτος μπορεί να εντοπίσει πολύ μικρές αλλαγές του μήκους και της τάση του μυός, που δεν θα ήταν δυνατές χωρίς τη βασική δραστηριότητα των γ-κινητικών νευρώνων όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα, όπου παρουσιάζεται (Σχήμα 2.2. γ – κινητικοί νευρώνες).

Σχήμα 2.2. γ – κινητικοί νευρώνες



μια γραμμική αύξηση του μήκους του μυός, του σχήματός του στη μέση και μια γραμμική μείωση του μήκους του και το σχήματός του δεξιά σε μια στιγμιαία αλλαγή μήκους. Επιπλέον, η αποστολή σημάτων από τις δευτερεύουσες αισθητικές απολήξεις αυξάνεται ανάλογα με την αλλαγή στο μήκος (τονικός), ενώ η αποστολή διεγερτικών σημάτων από τις πρωτεύουσες αισθητικές απολήξεις αλλάζει σε αναλογία τόσο με την ταχύτητα της αλλαγής του μήκους (φασικός) όσο και με την αλλαγή του μήκους του μυός (τονικός) (Torvinen et al., 2002).

Το μυοτατικό αντανακλαστικό.

Το μήκος του μυός και η ταχύτητα συστολής του ρυθμίζεται από το μυοτατικό αντανακλαστικό, που έχει σαν υποδοχέα τις μυϊκές ατράκτους. Ένας μυς είναι υπό την επήρεια του μυοτατικού αντανακλαστικού κατά μια εκούσια στατική συστολή (ισομετρική), όπως όταν κάποιος έχει πάρει τη στάση του ημικαθίσματος (γόνατα λυγισμένα σε γωνιά 90 μοιρών) και κρατά μια μπάρα πάνω από τους ώμους (Torvinen et al., 2002).

Όταν γίνει μια απότομη αύξηση του φορτίου (π.χ. προστίθεται ένα βάρος στη μπάρα), προκαλεί τη διάταση του μυός, η οποία ανιχνεύεται από τις αισθητικές απολήξεις των μυϊκών ατράκτων, που με τη σειρά τους στέλνουν σήματα μέσω των Ια- αισθητικών ινών στις οπίσθιες ρίζες του νωτιαίου μυελού και διεγείρουν τους Α- κινητικούς νευρώνες. Αυτοί με τη σειρά τους στέλνουν αυξημένα σήματα στους υπό-διέγερση μύες, ώστε να διατηρείται η στάση. Τα σήματα που προέρχονται από τις πρωτεύουσες αισθητικές απολήξεις των μυϊκών ατράκτων του εμπλεκόμενου μυ δεν επηρεάζουν μονό τους δικούς

τους κινητικούς νευρώνες. Μεταδίδονται, επίσης, μέσω παράλληλων κλάδων που επικοινωνούν με ενδιάμεσους νευρώνες, για να καταλήξουν στους κινητικούς νευρώνες κοντινών μυών (Torvinen et al., 2002).

Η μυϊκή άτρακτος του εκτεινόμενου μυός ανιχνεύει τη διάταση, αυξάνοντας τη συχνότητα των ώσεων από τις Ia-αισθητικές ίνες προς στους A-κινητικούς νέρωνες και εν συνεχεία στις A-κινητικές ίνες του εμπλεκόμενου μυός. Παράλληλα, παρατηρείται αντανακλαστική χαλάρωση των ανταγωνιστών μυών, η οποία επιτυγχάνεται με τη λεγόμενη αμοιβαία αντιρροπιστική νεύρωση κατά την οποία ερεθίσματα από τις Ia-αισθητικές ίνες της μυϊκής ατράκτου του πρωταγωνιστή μυός προκαλούν μετασυναπτική αναστολή στους κινητικούς νευρώνες των ανταγωνιστών (Hagbath et al., 1965).

Ο δρόμος για την αντίδραση αυτή περιλαμβάνει δυο συνάψεις και αφορά παράπλευρες ώσεις από κάθε Ia-αισθητικές ίνες που φτάνουν στο νωτιαίο μυελό σε έναν ανασταλτικό νευρώνα που συνάπτεται άμεσα με έναν από τους κινητικούς νευρώνες που νευρώνουν τους ανταγωνιστές μυς. Η αντίστροφη πράξη αφορά τους ανταγωνιστές μύες, όπου η μυϊκή άτρακτος ανιχνεύει τη βράχυνση προκαλώντας τη μείωση στη συχνότητα των ώσεων που στέλνονται μέσω των Ia-αισθητικών ινών (Hollins et al., 1996).

Εν συνεχεία, οι τενόντιοι υποδοχείς δεν αναστέλλουν μόνο τους κινητικούς νευρώνες που δραστηριοποιούν τις εξωκαψικές μυϊκές ίνες του ίδιου μυ, αλλά και τις κινητικές νευρικές ίνες με αποτέλεσμα τα τενόντια όργανα Golgi να ενεργοποιούνται τόσο κατά την παθητική διάταση όσο και κατά την ενεργητική σύσπαση του μυός και το κατώφλι διέγερσης να είναι χαμηλότερο σε σύγκριση με τις μυϊκές ατράκτους. Με άλλα λόγια, δηλαδή, προστατεύουν τους μυς από τα τραύματα που μπορούν να προέλθουν κατά την υπερβολική διάτασή τους. Έτσι, κατά τη δραστηριοποίηση των οργάνων Golgi παρατηρείται το λεγόμενο αντίστροφο μυοτατικό αντανακλαστικό - αυτογενής αναστολή (Μανδρούκας, 1996).

Ερμηνεία του φαινομένου προσαρμογής

Για την ερμηνεία του φαινομένου προσαρμογής έχουν προταθεί δύο βασικοί μηχανισμοί οι οποίοι έχουν μελετηθεί κυρίως στο σωματίο Paccini (Σχήμα 2.5), αλλά πιστεύεται ότι έχουν γενικότερη εφαρμογή σε όλους τους μηχανοϋποδοχείς (Σταυρίδης 1997; Guyton & Hall, 1998).

1. ^{1ο} Μηχανισμός φαινομένου προσαρμογής: Το σωματίο Paccini είναι γλοιοελαστικό ελυτροφόρο μόρφωμα και, όταν εφαρμοστεί ενέργεια στην επιφάνεια του ελύτρου, η

δημιουργούμενη παραμόρφωση μεταφέρεται στον υποδοχέα. Οι στοιβάδες από συνδετικό ιστό που περιβάλλουν τη νευρική ίνα φαίνεται ότι συμβάλλουν στο μηχανισμό της προσαρμογής, αφού, αν γίνει αφαίρεση των ελύτρων, τότε ο υποδοχέας χάνει την ικανότητα προσαρμογής (Nigg et al., 2000).

Με την εφαρμογή πίεσης επέρχεται παραμόρφωση των στοιβάδων και μέσω του γλοιώδους υλικού που περιέχει ο υποδοχέας, μεταδίδεται το ερέθισμα στο κεντρικό τμήμα του αμύελου τμήματος της κεντρικής νευρικής ίνας με αποτέλεσμα τη δημιουργία του δυναμικού του υποδοχέα. Το γλοιώδες υλικό που περιέχεται στα σωματίδια ανακατανέμεται σε πολύ μικρό κλάσμα του δευτερολέπτου και επέρχεται εξομοίωση της πίεσης σε όλες τις πλευρές του υποδοχέα με αποτέλεσμα να μην παράγεται πλέον δυναμικό υποδοχέα. Η απόσυρση του μηχανικού ερεθίσματος προκαλεί το ίδιο φαινόμενο με αντίθετη φορά. Έτσι το σωματίο Paccini στέλνει ουσιαστικά νευρικές ώσεις μόνο κατά την έναρξη και τη λήξη της εφαρμογής του μηχανικού ερεθίσματος (Σταυρίδης, 1997; Guyton & Hall, 1998) (Σχήμα 2.3.).

Σχήμα 2.3. Αισθητικός νευρώνας



Διάγραμμα ενός σωματίου Paccini. Ο υποδοχέας αυτός για την εν τω βάθει αισθητικότητα, συνίσταται από επιθηλιακά κύτταρα και πρωτεΐνες συνδετικού ιστού που σχηματίζουν σύγκεντρες στιβάδες γύρω από την απόληξη του αισθητικού νευρώνα (Rittweger et al., 2000).

Συμπερασματικά, οι ιδιοδεκτικές πληροφορίες παρέχουν, επίσης, προστασία στην άρθρωση από κάκωση που μπορεί να προκύψει από υπέρβαση του φυσιολογικού εύρους κίνησης και βοηθούν στην εύρεση της κατάλληλης ισορροπίας μεταξύ συνεργών και ανταγωνιστικών δυνάμεων (Tippett & Voight, 1995).

Προπόνηση βιομηχανικής διέγερσης και προσαρμογές

Με τον ορό προπόνηση εκφράζονται όλα τα ερεθίσματα, τα οποία προκαλούν μορφολογικές και φυσιολογικές προσαρμογές στο ανθρώπινο σώμα, με στόχο τη βελτίωση της επίδοσης, της απόδοσης και της ισορροπίας. Οι διάφορες μελέτες που έχουν διεξαχθεί για το WBV δείχνουν ότι η προπόνηση βιομηχανικής διέγερσης έχει τα ίδια αποτελέσματα με τη συμβατική προπόνηση δύναμης, αλλά σε λιγότερο χρονικό διάστημα. Βεβαία, οι δυο μέθοδοι δεν είναι συγκρίσιμες, καθώς η κάθε μια έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα (Rittweger et al., 2000).

Αίτια των διαφοροποιήσεων αυτών οφείλονται στους ακόλουθους παράγοντες:

1. Νευρολογικές προσαρμογές.
2. Μυογενείς προσαρμογές.

1. Νευρολογικές προσαρμογές.

Παρουσιάζονται από τις πρώτες εβδομάδες προπόνησης. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω των πιο κάτω προσαρμογών:

- Βελτιωμένος συγχρονισμός των ώσεων (Improved synchronization of the impulses).
- Βελτίωση της ομίο-συστολής συναγωνιστή μυός (synergists Improve contraction of the synergists).
- Αναστολή των ανταγωνιστών μυών (Inhibition of the antagonists).
- Στρατολόγηση περισσότερων κινητικών μονάδων.
- Στρατολόγηση κινητικών μονάδων με διαφορετικό κατωφλιού διέγερσης.

2. Μυογενείς προσαρμογές.

Παρουσιάζονται μετά από σημαντικό χρονικό διάστημα (μερικές εβδομάδες ή ακόμα και μήνες) από την έναρξη της προπονητικής δραστηριότητας. Οι προσαρμογές στη μυϊκή δομή είναι:

- Υπερτροφία
- Ενδομυϊκός συντονισμός
- Υπερπλασία
- Μετατροπή μυϊκών ινών

Όσον αφορά την προπόνηση βιομηχανικής διέγερσης η γρήγορη (λιγότερο από ένα μήνα) βελτίωση που εμφανίζεται βασίζεται στις νευρολογικές προσαρμογές. Αυτό εξηγείται μέσω του γεγονότος ότι οι μεταβολές στη δομή των μυών πραγματοποιούνται

μόνο μετά από αρκετούς μήνες προπόνησης. Αυτές οι νευρολογικές ρυθμίσεις μπορούν να παρουσιαστούν σε πολύ γρήγορο χρονικό διάστημα (μερικές ημέρες). (Eisman, 2001).

Η αυξανόμενη ηλεκτρομιογραφική δραστηριότητα EMG κατά τη διάρκεια της προπόνησης δόνησης υποστηρίζει αυτήν τη θεωρία. Ο τρόπος που η προπόνηση βιομηχανικής διέγερσης υποκινεί το νευρολογικό σύστημα είναι επομένως αρμόδιος για την γρήγορη αύξηση δύναμης. Η αλλαγή στο μήκος αποκρίνεται με διεγερτικά σήματα μέσω του νωτιαίου μυελού από τον κινητικό φλοιό, για να αντιμετωπίσει αυτήν την αλλαγή. Αυτή η αντανάκλαση τεντωμάτων είναι αρμόδια για τη σχετικά γρήγορη αύξηση της δύναμης στην προπόνηση δόνησης. Ο αισθητικός υποδοχέας που είναι αρμόδιος για την αντανάκλαση τεντωμάτων είναι οι μυϊκές άτρακτοι (Rittweger et al., 2000).

Η αντανάκλαση είναι η δράση, για να αντιμετωπιστεί η αυξανόμενη τάση με τη χαλάρωση του μυός. Αυτό καλείται αντανάκλαση τενόντων. Αυτός ο μηχανισμός θεωρείται αρμόδιος για την αυξανόμενη ευελιξία μετά από τις ασκήσεις δόνησης. Αυτός ο αισθητήρας βρίσκεται πρώτιστα στη μετάβαση μυς-τενόντων σε περίπου 40 Hz (συχνότητα βιομηχανικής διέγερσης), προκαλώντας μια ισχυρότερη συστολή (Rittweger et al., 2003).

Επομένως, αυτή η αντανάκλαση περιλαμβάνει την ενεργοποίηση περισσότερων κινητικών μονάδων απ' ό,τι σε μια συνειδητή σύσπαση. Οι κινητικές μονάδες που ήταν ανενεργές ή εξαντλημένες συμπεριλαμβάνονται στην κινητική απάντηση της αντανάκλασης. Σύμφωνα με αυτήν η πρότυπη μέγιστη στρατολόγηση πραγματοποιείται. Η προπόνηση ενεργοποιεί περίπου 45% σε ένα μέγιστο του ποσοστού συστολής 85% παρόντος μυών. Ένα υψηλότερο ποσοστό ενεργοποίησης των κινητικών μονάδα παρατηρείται, όταν χρησιμοποιείται ηλεκτροδιέγερση κάτω από μια υποσυνείδητου (ακούσιου) ανακλαστικού (Rittweger et al., 2003).

Πολλοί ερευνητές χρησιμοποίησαν διαφορετικά μηχανήματα, διαφορετικές παραμέτρους για διαφορετικά χρονικά διαστήματα και με διαφορετικά προπονητικά μοντέλα.

Επίσης, αρκετοί δεν αναφέρουν τον τρόπο εκτέλεσης των ασκήσεων καθώς και το επίπεδο δυσκολίας της άσκησης. Αυτό δυσκολεύει στο σχηματισμό μιας ολοκληρωμένης άποψης πάνω στο θέμα, γιατί ερευνητές με διαφορετικές μεθόδους έχουν βρει αντιφατικά αποτελέσματα για το ίδιο αντικείμενο. Κρίνεται, λοιπόν, αναγκαίο να δομηθούν κανόνες και προπονητικά μοντέλα για κάθε προπονητικό στόχο, έτσι ώστε να έχουμε τις καλύτερες δυνατές προσαρμογές (Rittweger et al., 2003).

Ο Ruiter et al. (2003), χρησιμοποίησε 30Hz και πλάτος 8mm, ενώ έκανε την ίδια άσκηση 5 φορές από 1 λεπτό τη φορά και δεν παρατήρησε καμία βελτίωση στη δύναμη μετά από 2 εβδομάδες, ενώ παρατήρησε βελτίωση της ευκαμψίας και της ισορροπίας.

Από την άλλη, ο Cochrame et al. (2004), πραγματοποίησε προπόνηση σε μηχάνημα κυκλοειδούς ταλάντωσης για 9 ημέρες και χρησιμοποίησε 5 ισομετρικές ασκήσεις για τα πόδια για 2 λεπτά η κάθε μία, ενώ χρησιμοποίησε 26Hz και 11mm πλάτος ταλάντωσης. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως η προπόνηση δόνησης με αυτή τη μεθοδολογία δεν είχε κανένα αποτέλεσμα στην ευκαμψία και στην ισχύ, αλλά είχε αποτέλεσμα στην αύξηση της δύναμης και της ισορροπίας.

Η άμεση επίδραση που προκαλεί η προπόνηση βιομηχανικής διέγερσης στον ανθρώπινο οργανισμό είναι η νευρική διέγερση, όπως έχει διαπιστωθεί έπειτα από μία σειρά μελετών που πραγματοποιήθηκαν τόσο από τον Bosco όσο και από άλλους ερευνητές. Στην πρώτη μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Bosco et al. (1991) συμμετείχαν 14 αθλήτριες χειροσφαίρισης. Το ένα πόδι πραγματοποίησε προπόνηση βιομηχανικής διέγερσης που περιελάμβανε 10 επαναλήψεις διάρκειας ενός λεπτού η κάθε μία με ένα μικρό διάλειμμα ανάμεσα σε κάθε επανάληψη (παράμετροι βιομηχανικής διέγερσης 26HZ, 10mm, 54 m/sec²). Οι αθλήτριες εκτέλεσαν κάμψη του γόνατος 100 μοιρών πάνω στην πλατφόρμα βιομηχανικής διέγερσης. Στις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν παρατηρήθηκε άμεση αύξηση της ιδιοδεκτικότητας από 5,5 έως 7,6%.

Επιπροσθέτως, οι Issurin VB; Tenenbaum G (1999), δε διαπίστωσαν οποιαδήποτε άμεσα θετική επίδραση έπειτα από προπόνηση βιομηχανικής διέγερσης, αν και συνδύασαν την προπόνηση βιομηχανικής διέγερσης με την προπόνηση συμβατικών μηχανημάτων.

Παρ' όλα αυτά, όμως, υπάρχουν αρκετές έρευνες που έχουν υλοποιηθεί πάνω στη χρόνια χρήση βιομηχανικής διέγερσης σε μία προσπάθεια των επιστημόνων να διαπιστώσουν τη μονιμότητα ή μη των αποτελεσμάτων έπειτα από μια προπόνηση βιομηχανικής διέγερσης.

Οι Sands et al., οι οποίοι χρησιμοποίησαν την προπόνηση με δονήσεις για να αυξήσουν την ευκαμψία διαπίστωσαν ότι η προπόνηση δόνησης μετά από κάποιες εβδομάδες βελτιώνει την ευκαμψία, όταν πάνω σε μία πλατφόρμα γίνονται διατάσεις. Αυτό συμβαίνει γιατί, όταν ο μυς είναι χαλαρός, διεγείρεται το τενόντιο όργανο Golgi, το οποίο δημιουργεί νευρογενή αναστολή και κατ' επέκταση χαλάρωση στο μυ που ενεργούμε την στιγμή εκείνη.

Πολλές τεχνικές νευρομυϊκής διευκόλυνσης (P.N.F.) μπορούν να εκτελεστούν πάνω σε μία πλατφόρμα δόνησης με εκπληκτικά αποτελέσματα, επειδή, όταν διεγείρεται η μυϊκή άτρακτος, ταυτόχρονα προκαλείται νευρογενής αναστολή – αναχαίτιση των ανταγωνιστών μυών. Η διέγερση της μυϊκής ατράκτου εξαιτίας της βιομηχανικής διέγερσης μπορεί να αποτελέσει και μέθοδο διευκόλυνσης της ευκαμψίας των ανταγωνιστών και έτσι να διορθωθούν νευρομυϊκές δυσλειτουργίες.

Τον ισχυρισμό αυτό μελέτησαν οι επιστήμονες Roland και Van den Tilaar με τη μέθοδο διάτασης – σύσπασης – χαλάρωσης που εφάρμοσαν σε ασκούμενους εθελοντές 3 φορές την εβδομάδα και για διάστημα 4 εβδομάδων και οι οποίοι σύμφωνα με τα αποτελέσματά τους βρήκαν μια εκπληκτική αύξηση της ευκαμψίας. Πιο συγκεκριμένα, αυτοί που χρησιμοποίησαν τη μέθοδο χωρίς δόνηση είχαν 14% βελτίωση της ευκαμψίας, ενώ αυτοί που έκαναν το ίδιο μαζί με την εφαρμογή δόνησης είχαν βελτίωση 30%.

Επίσης, σε μια ακόμα έρευνα που υλοποιήθηκε από τους Fontana et al. (2005), διαπιστώθηκε αύξηση σε ποσοστό 39% σε άτομα που ακολούθησαν προπόνηση εμβιομηχανικής διέγερσης. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποίησαν δοκιμαζόμενους που τους έβαλαν σε θέση ημικαθίσματος για 5 λεπτά και είδαν πως η δόνηση συνέβαλε αισθητά στη βελτίωση της ισορροπίας και του συντονισμού.

Ακολουθώντας, οι Verschueren et al. (2005) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι, επίσης, μετά από 6 μήνες προπόνησης με δονήσεις βελτιώθηκε αισθητά ο νευρομυϊκός έλεγχος σε γυναίκες μεγάλης ηλικίας. Στα ίδια αποτελέσματα κατέληξαν και οι Bautmans et al. (2005), οι οποίοι υποστήριζαν πως επέρχεται και κινητικής μάθησης σε ανώτερα τμήματα του νευρικού συστήματος και πως οι μηχανοϋποδοχείς και τα κέντρα στο νωτιαίο μυελό του είναι υπεύθυνα για τη λειτουργία τους και προσαρμόζονται σε αυτά τα εξωτερικά ερεθίσματα.

Συμπερασματικά, μπορούμε να αναφέρουμε ότι η προπόνηση εμβιομηχανικής διέγερσης αποτελεί μια καινούρια σχετικά μέθοδο εκγύμνασης υγιών και μη αθλητών η οποία χρειάζεται αρκετό δρόμο ακόμα ώστε να μας επιβεβαιώσει ή να καταρρίψει τε θετικά ή αρνητικά σχόλια που έχουν αναφερθεί σχετικά με τις ευεργετικές ή μη ιδιότητες που μπορεί να έχει.

Αξιολόγηση της ιδιοδεκτικότητας

Η ισορροπία είναι μια σύνθετη διαδικασία στην οποία εμπλέκονται οι κεντρομόλες νευρικές ώσεις, η μυϊκή συναρμογή και η βιοκινητική των αρθρώσεων. Η διατήρηση του

ελέγχου της στάσης (ισορροπίας) πραγματοποιείται με ιδιαίτερη συμμετοχή του κινητικού και αισθητικού συστήματος, ενώ έχει άμεση σχέση και η λειτουργία του ΚΝΣ. Για να υπάρξει ισορροπία είναι απαραίτητη η συμβολή των αισθήσεων: της ακοής και της αφής, συνδυασμός, που καθιστά τους υγιείς ανθρώπους ικανούς να ισορροπούν κάτω από διαφορετικές συνθήκες. Το σωματοαισθητικό σύστημα απαρτίζεται από τους αισθητικούς και τους ιδιοδεκτικούς υποδοχείς οι οποίοι μεταφέρουν τις πληροφορίες σχετικά με τη θέση του σώματος και των μελών του στο ΚΝΣ. Στη συνέχεια ανάλογες πληροφορίες στέλνονται από το Κ.Ν.Σ. με τα “κινητικά” μονοπάτια, έτσι ώστε να γίνουν οι κατάλληλες ρυθμίσεις για την επίτευξη του ελέγχου της ισορροπίας π.χ έναρξη εξειδικευμένων κινήσεων στο ισχίο, γόνατο κ.α. (Lephart & Fu 2000).

Επιπλέον, θα πρέπει να αναφερθεί ότι για να επιτευχθεί μεγάλη αξιοπιστία κατά την αξιολόγηση της ισορροπίας, τόσο σε σταθερές όσο και σε δυναμικές συνθήκες μέτρησης, θα πρέπει να ελέγχονται οι παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν τη διατήρηση της ισορροπίας, όπως η αυτοσυγκέντρωση του ατόμου, η ψυχολογική του κατάσταση, ο θόρυβος κ.λ.π. (Mattacola et al., 1995). Για τους παραπάνω λόγους θα πρέπει να υπάρχει σαφής διαφοροποίηση των τεστ ανάλογα με τον σκοπό τους.

Ένας τρόπος αξιολόγησης των λειτουργικών τεστ ισορροπίας αποτελεί η χρήση των σανίδων ισορροπίας τόσο με το ένα άκρο στήριξης όσο και με τα δύο. Οι σανίδες ισορροπίας αποτελούν ένα πιο δυναμικό όργανο αξιολόγησης, το οποίο υπολογίζει την ικανότητα ισορροπίας του ατόμου. Υπάρχουν σανίδες ισορροπίας διαφορετικών σχημάτων και μεγεθών. Όλες αποτελούνται από την επιφάνεια στήριξης του πέλματος και την επιφάνεια επαφής της σανίδας με το έδαφος (το κάτω μέρος της σανίδας). Η διαφοροποίηση της κάτω επιφάνειας της σανίδας είναι αυτή που αλλάζει την κίνηση που μπορεί η σανίδα να εκτελέσει. Συγκεκριμένα, όταν η κάτω επιφάνεια της σανίδας είναι ημισφαιρική, τότε η σανίδα μπορεί να μετατοπιστεί και να εκτελέσει κίνηση προς όλες τις κατευθύνσεις. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η επιφάνεια στήριξης του πέλματος είναι κυκλική. Στην άλλη περίπτωση, η κάτω επιφάνεια της σανίδας είναι ημικυλινδρική, με αποτέλεσμα να είναι επιτρεπτή η κίνηση μόνο σε ένα άξονα. Με την κατάλληλη τοποθέτηση του πέλματος στην επιφάνεια στήριξης μπορεί να εκτελεστεί κίνηση στο οβελιαίο επίπεδο (πρόσθια-οπίσθια) ή στο μετωπιαίο επίπεδο (έσω-έξω πλάγια). Στόχος κατά τη διάρκεια της αξιολόγησης είναι η παραμονή σε ισορροπία στις σανίδες για όσο το δυνατόν περισσότερο χρόνο. Η προσπάθεια ολοκληρώνεται, όταν κάποιο σημείο της

επιφάνειας στήριξης της σανίδας ισορροπίας έρθει σε επαφή με το έδαφος (Tirpett, 1990; O' Connell et al., 1998).

Αξιολόγηση της ευκαμψίας.

Οι επιδράσεις της προπόνησης με δονήσεις στην ευκαμψία έχουν γίνει αντικείμενο μελέτης λίγων επιστημόνων. Σε μια από τις πρώτες έρευνες που σχετίζονται με τα οφέλη της άσκησης με δονήσεις, ο Nazarov (1987) μελέτησε τις επιδράσεις του δονητικού ερεθίσματος και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι, όταν οι διατάσεις γίνονται σε συνδυασμό με δονήσεις, αυξάνεται η ευκαμψία σε μεγαλύτερο βαθμό συγκριτικά με απλές διατάσεις. Οι ασκήσεις που στοχεύουν στην αύξηση του εύρους κίνησης των αρθρώσεων, σύμφωνα με πολλούς ερευνητές, θα πρέπει να εκτελούνται μέχρι το κατώφλι του πόνου (Lycholat, 1990). Σύμφωνα με τον Lundeborg και τους συνεργάτες (1984), η προπόνηση με δονήσεις επηρεάζει τους αισθητήρες του πόνου, αυξάνοντας και το κατώφλι.

Σε σχετική έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τον Issurin και τους συνεργάτες (1994), μελετήθηκε η επίδραση του δονητικού ερεθίσματος στην ευκαμψία νεαρών αθλητών. Από τα αποτελέσματα προκύπτει στατιστικά σημαντική αύξηση της ευκαμψίας κατά 8,7%, ύστερα από ένα πρόγραμμα με δονήσεις, οι οποίες εφαρμόζονταν τοπικά στους μυς, διάρκειας 3 εβδομάδων. Το γεγονός αυτό οφείλεται σε 3 βασικούς παράγοντες: α) στην αύξηση του κατωφλίου του πόνου, β) στην αύξηση της αιματικής ροής που έχει σαν αποτέλεσμα και την αύξηση της θερμοκρασίας των μυών και γ) στην χαλάρωση που προκαλεί η εφαρμογή των δονήσεων στους συγκεκριμένους μύες. Η μείωση του πόνου κατά την εκτέλεση διατακτικών ασκήσεων, σύμφωνα με τον Issurin, αποτελεί το βασικότερο παράγοντα, ο οποίος συνεισφέρει στα θετικά αποτελέσματα έπειτα από την εκτέλεση προπόνησης με δονήσεις (Eisman, 2001).

Η προπόνηση δονήσεων έχει αναλγητικές επιδράσεις τόσο κατά τη διάρκεια, όσο και μετά την απευθείας εφαρμογή του ερεθίσματος στους μυς ή τους τένοντες (Lundeborg et al, 1984). Επιπλέον, οι μυϊκές δονήσεις αυξάνουν την τοπική αιματική ροή κάτι το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των καρδιακών παλμών (Wakim, 1985; Wood, 1974). Η επίδραση αυτή οδηγεί σε αύξηση της ελαστικότητας των μυών και σε περαιτέρω βελτίωση της ευκαμψίας. Από την άποψη της νευροφυσιολογίας, οι επιδράσεις της προπόνησης με δονήσεις, που παρατηρούνται κατά την εκτέλεση διατάσεων, οφείλονται στον ερεθισμό των τενόντιων οργάνων του Golgi. Αντίθετα, με τις μυϊκές ατράκτους η διέγερση των σωματιδίων αυτών έχει σαν αποτέλεσμα την αναστολή της σύσπασης και

οδηγεί στην χαλάρωση των μυών. Τη μυϊκή αυτή χαλάρωση έχει σαν στόχο η προπόνηση με δονήσεις, όταν γίνεται σε συνδυασμό με διατατικές ασκήσεις (Eisman, 2001).

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA, 3x3) ως προς δύο παράγοντες εκ των οποίων μόνο ο ένας ήταν επαναλαμβανόμενος με εξαρτημένη μεταβλητή την «ευκαμψία», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» («ομάδα τριών προπονήσεων», «ομάδα δυο προπονήσεων», «ομάδα ελέγχου») και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση», που αντιστοιχούσε στις τρεις αξιολογήσεις που έγιναν στις τρεις διαφορετικές χρονικές στιγμές («Αρχική μέτρηση», πρίν την έναρξη του προγράμματος άσκησης, «Τελική μέτρηση», μετά την ολοκλήρωση του παρεμβατικού προγράμματος άσκησης και «Διατήρησης» 4 εβδομάδες μετά την ολοκλήρωση του παρεμβατικού προγράμματος άσκησης).

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί :

- A. Αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά την ευκαμψία (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- B. Αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων όσον αφορά την ευκαμψία (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και
- Γ. Αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς την ευκαμψία απο μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση») (1^η μηδενική υπόθεση).

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Δείγμα

Στην παρούσα μελέτη συμμετείχαν εθελοντικά 44 γυναίκες, φοιτήτριες του Τ.Ε.Φ.Α.Α. – Δ.Π.Θ. και γυναίκες από την περιοχή της Κομοτηνής μετά από ενημέρωση που είχαν για το σχεδιασμό του προγράμματος.

Οι ομάδες που συμμετείχαν στην έρευνα ήταν τρείς (3).

Πίνακας 3.1. Περιγραφή των σωματομετρικών χαρακτηριστικών του δείγματος

	Ομάδα “1”	Ομάδα “2”	Ομάδα Ελέγχου	TOTAL
	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD
n	18	14	12	44
Ηλικία (έτη)	26,5 ± 1,85	29,78 ± 6,17	27, 66± 7,03	27,98 ± 8,50
Βάρος (κιλά)	62,78 ± 9,14	62,87 ± 7,83	65,56 ± 8,09	63,57 ± 8,36
Ύψος (cm)	166,11 ± 5,95	164,03 ± 4,16	166,08 ± 5,75	165,44 ± 5,35

Στο σημείο αυτό είναι απαραίτητο να αναφερθεί ότι καμία από τις συμμετέχουσες δεν ασχολούνταν επαγγελματικά με κάποιο άθλημα και δε συμμετείχε σε κάποιο σύλλογο.

Όργανα συλλογής δεδομένων

Για την συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ένα γωνιόμετρο, δύο ηλεκτρονικά χρονόμετρα χειρός, δυο ξύλινες σανίδες ισορροπίας με ημικυλινδρική και με ημισφαιρική την κάτω επιφάνεια.

Α). Γωνιόμετρο. Για την αξιολόγηση του δείγματος και την συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το γωνιόμετρο Myrin (LIC Rehab, Sweden) το οποίο είναι ένα διαφανές γωνιόμετρο που αποτελείται από το κυρίως στέλεχος και από δύο επιμήκεις βραχίονες, το σταθερό και τον κινητό. Το σώμα του γωνιομέτρου μοιάζει με μοιρογνωμόνιο. Είναι κυκλικό



και συνήθως βρίσκεται στο άκρο του σταθερού βραχίονα. Η μία ή και οι δύο όψεις του είναι σημειωμένες σε μοίρες και έχουν μία ή και περισσότερες κλίμακες μέτρησης από 0 – 180°. Ως σκοπό έχει να καταγράψει το εύρος κίνησης της άρθρωσης και επειδή είναι διαφανές βοηθά στην ακριβέστερη ευθυγράμμισή του με τα οδηγία ανατομικά σημεία της μέτρησης (Milne et al. 1976, Beunen et al 1976, Ostyn et al 1980).

Β). Δύο ίδια ηλεκτρονικά χρονόμετρα χειρός.

Γ). Ξύλινες σανίδες ισορροπίας. Χρησιμοποιήθηκαν δυο διαφορετικά είδη σανίδων ισορροπίας. Η διαφοροποίηση αφορούσε την κάτω επιφάνεια της σανίδας, τη βάση στήριξης καθώς και την επάνω επιφάνεια της σανίδας. Η μία σανίδα είχε στρογγυλό σχήμα, ενώ η άλλη είχε ορθογώνιο σχήμα. Η επιφάνεια επαφής της σανίδας με το έδαφος ήταν αυτή που καθόρισε και την επιτρεπτή κίνηση της σανίδας ισορροπίας. Το πρώτο είδος της σανίδας ισορροπίας είχε κυκλική την επιφάνεια στήριξης του πέλματος με διάμετρο 35 εκατοστά και ημισφαιρική την κάτω επιφάνεια της σανίδας με διαστάσεις ημισφαιρίου: διάμετρος 9,5 εκατ., ύψος 3,7 εκατ.. Αυτό το είδος της σανίδας παρείχε στο άτομο τη δυνατότητα κίνησής του προς όλες τις κατευθύνσεις. Το δεύτερο είδος της σανίδας ισορροπίας είχε ορθογώνια την επιφάνεια στήριξης του πέλματος με διαστάσεις 35 X 33 εκατοστά και ημικυλινδρική την κάτω επιφάνεια διαστάσεις ημικυλίνδρου: μήκος 35 εκατ., διάμετρο 5,7 εκατ. και ύψος 3,5 εκατ.. Με την κατάλληλη τοποθέτηση του πέλματος στήριξης στη σανίδα ισορροπίας πραγματοποιείται και διαφορετική κίνηση: κίνηση πρόσθια -οπίσθια οβελιαίο επίπεδο και κίνηση έσω-έξω πλάγια μετωπιαίο επίπεδο .

1. Η αξιοπιστία των αξιολογήσεων που πραγματοποιήθηκαν στις σανίδες ισορροπίας ήταν για την πρόσθια-οπίσθια κίνηση κατά την εκτέλεση με το κυρίαρχο 0,67 με το μη κυρίαρχο 0,60. Για την έσω -έξω πλάγια κίνηση κατά την εκτέλεση με το κυρίαρχο 0, 72, με το μη κυρίαρχο 0,67. Τέλος, για την κίνηση προς όλες τις κατευθύνσεις και κατά την στήριξη με τα δυο άκρα ταυτόχρονα ήταν 0,6 (Pincivero, Lephart, Henry, 1995).

Δέσμη των αξιολογήσεων

Α). 1^η αξιολόγηση με το γωνιόμετρο.

Καταγραφή αξιολογήσεων :

Ευκαμψία

Για τον υπολογισμό και την αξιολόγηση της ευκαμψίας οι μετρήσεις περιλάμβαναν την κάμψη του ισχίου ενεργητικά και παθητικά, την έκταση του ισχίου ενεργητικά και παθητικά, την κάμψη και την έκταση του γόνατος ενεργητικά και παθητικά και την αίσθηση θέσης του γόνατος. Εκτελέστηκαν 2 προσπάθειες από τις οποίες αξιολογήθηκε η καλύτερη.

Λαδιακασία 1^{ης} αξιολόγησης:

Για τη σωστή καταγραφή των αποτελεσμάτων θα πρέπει να επισημανθεί ότι οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν τις ίδιες ώρες της ημέρας και σε θερμοκρασία δωματίου, ενώ η καταγραφή γινόταν σε μοίρες.

Κινητικότητα κάμψης ισχίου.

Πραγματοποιήθηκε γωνιομέτρηση τις ίδιες ώρες της ημέρας, σε θερμοκρασία δωματίου, χωρίς να προηγηθεί προθέρμανση. Η μέτρηση της κινητικότητας της κάμψης του ισχίου έγινε από την ύπτια κατάκλιση με την άρθρωση του γόνατος σε έκταση μετά από παθητική διάταση από τον εξεταστή. Η ίδια εξέταση πραγματοποιήθηκε και ενεργητικά από τον εξεταζόμενο. Η σταθεροποίηση του εξεταζόμενου επιτυγχάνονταν με ειδικό ιμάντα που κρατούσε τον κορμό ακινητοποιημένο, έτσι ώστε να μην υπάρχει λόρδωση της σπονδυλικής στήλης, ενώ το σκέλος που δε συμμετείχε στη μέτρηση κρατούνταν τεντωμένο και σταθερό από ένα βοηθό επάνω στο εξεταστικό κρεβάτι. Ο εξεταστής με το ένα χέρι στο γόνατο και το άλλο στην πτέρνα του εξεταζόμενου έκανε άρση του τεντωμένου σκέλους. Η μέτρηση της κινητικότητας της έκτασης του ισχίου έγινε από την πρόσθια κατάκλιση με την άρθρωση του γόνατος σε έκταση. Το γωνιόμετρο τοποθετήθηκε με το κέντρο στο ύψος του μείζονα τροχαντήρα, ο σταθερός παράλληλος στον επιμήκη άξονα του κορμού και ο κινητός παράλληλος στην πλάγια μέση γραμμή του μηριαίου (δοκιμασία Thomas).

Κάμψη – έκταση γόνατου

Η μέτρηση της κινητικότητας της κάμψης του γόνατος έγινε από την πρηνή κατάκλιση με την άρθρωση του γόνατος σε έκταση. Η ακραία θέση της άρθρωσης επιτυγχάνονταν από τον εξεταστή παθητικά, ενώ ενεργητικά από τον ίδιο τον εξεταζόμενο. Η ποδοκνημική άρθρωση του εξεταζόμενου βρισκόταν σε πλήρη πελματιαία κάμψη έξω από το εξεταστικό

κρεβάτι. Η σταθεροποίηση της λεκάνης επιτυγχάνονταν με ειδικό ιμάντα, έτσι ώστε οι άνω πρόσθιες λαγόνιες άκανθες να έχουν επαφή σε όλο το χρονικό διάστημα της μέτρησης με το υπόστρωμα. Το γωνιόμετρο τοποθετήθηκε με το κέντρο στο μέσο της έξω αρθρικής σχισμής του γόνατος, ο σταθερός κατά μήκος της πλάγιας μέσης γραμμής του μηριαίου και ο κινητός πλάγια, παράλληλα με τον άξονα της περόνης (έξω σφυρό). Ο εξεταστής πίεζε με το χέρι του την ποδοκνημική του εξεταζόμενου με τέτοιο τρόπο, ώστε να αποφεύγονται η έσω και η έξω στροφή του ισχίου.

Αίσθηση θέσης

Με τον ίδιο τρόπο πραγματοποιούνταν η διαδικασία εύρεσης της αίσθησης θέσης. Ο εξεταζόμενος βρισκόταν σε πρηνή κατάκλιση με το γόνατο έξω από το εξεταστικό κρεβάτι. Ο εξεταστής οδηγούσε το πόδι του εξεταζόμενου από την πλήρη έκταση σε συγκεκριμένες μοίρες. Έπειτα οδηγούσε το πόδι ξανά στην πλήρη έκταση και αμέσως μετά ο εξεταζόμενος έπρεπε να βρει ή να προσεγγίσει όσο το δυνατόν περισσότερο τις μοίρες που είχε αρχικά τοποθετήσει το πόδι ο εξεταστής.

B. Τεστ αξιολόγησης της ισορροπίας:

Διαδικασία 2^{ης} αξιολόγησης στις σανίδες ισορροπίας:

Καταγραφή του χρόνου διατήρησης της ισορροπίας:

Οι συμμετέχοντες αξιολογήθηκαν με το κάθε άκρο ξεχωριστά (κυρίαρχο και μη κυρίαρχο). Κατά την εκτέλεση η ασκούμενη τοποθετούσε το ένα της άκρο, χωρίς παπούτσι, στην επιφάνεια στήριξης της σανίδας ισορροπίας σε μία άνετη γι' αυτήν θέση. Το άκρο μη στήριξης ήταν λυγισμένο 90 μοίρες στην άρθρωση του γόνατος και τοποθετημένο παρακείμενα του άκρου στήριξης, ενώ τα χέρια βρίσκονταν λυγισμένα στη θέση της μεσολαβής. Σκοπός ήταν η παραμονή σε ισορροπία στις σανίδες για όσο το δυνατόν περισσότερο χρόνο. Η προσπάθεια των ατόμων ολοκληρωνόταν, όταν κάποιο σημείο της επιφάνειας στήριξης της σανίδας ισορροπίας ερχόταν σε επαφή με το έδαφος. Χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικά είδη σανίδων ισορροπίας. Το ένα από αυτά ήταν κυκλικό -με ημισφαιρική την επιφάνεια επαφής με το έδαφος- και χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό του χρόνου παραμονής σε ισορροπία συνολικά προς όλες τις κατευθύνσεις. Το άλλο είδος σανίδας ήταν ορθογώνιο με ημικυλινδρική την επιφάνεια επαφής με το έδαφος. Τοποθετώντας κατάλληλα κάθε φορά ο ασκούμενος τα άκρα του σε αυτή, υπολογίσθηκε ο χρόνος διατήρησης της ισορροπίας για την έσω-έξω πλάγια και πρόσθια-οπίσθια κατεύθυνση. Οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν τρεις δοκιμαστικές προσπάθειες και τρεις προσπάθειες αξιολόγησης κατά τις οποίες γινόταν καταγραφή του καλύτερου χρόνου.

Διαδικασία 2^{ης} αξιολόγησης:

Συγκεκριμένα δεδομένα που συλλέχθηκαν:

Εκτέλεση με το ένα άκρο στήριξης (κυρίαρχο και μη κυρίαρχο):

- χρόνος διατήρησης της ισορροπίας σε ορθογώνια σανίδα ισορροπίας κατά την εκτέλεση πρόσθιας-οπίσθιας κίνησης στο οβελιαίο επίπεδο
- χρόνος διατήρησης της ισορροπίας σε ορθογώνια σανίδα ισορροπίας, κατά την εκτέλεση έσω-έξω πλάγιας κίνησης στο μετωπιαίο επίπεδο
- χρόνος διατήρησης της ισορροπίας σε κυκλική σανίδα.

Περιγραφή προγραμμάτων εξάσκησης

Το παρεμβατικό πρόγραμμα εξάσκησης πραγματοποιήθηκε στο σύστημα δόνησης Body Coach. Στο Body Coach η διάρκεια δόνησης είναι από 30 έως 60 δευτερόλεπτα και οι συχνότητες από 30 έως 50 Hz. Η μετατόπιση είναι από 2mm στη χαμηλή έως 4mm στην υψηλή ταχύτητα. Οι διαστάσεις της πλατφόρμας δόνησης είναι 80x42 και το ύψος της πλατφόρμας από το έδαφος είναι 23 cm.

Ο απορροφητικός τάπητας, που ήταν τοποθετημένος στην πλατφόρμα δόνησης, χρησίμευε, για να αποφεύγεται η άμεση επαφή του δέρματος με την πλατφόρμα δόνησης κατά την εκτέλεση των ασκήσεων από τις ασκούμενες. Ο δεύτερος απορροφητικός τάπητας, ο οποίος τοποθετήθηκε κάτω από το μηχάνημα, είχε ως σκοπό την καλύτερη ισορροπία των αθλητών κατά την εκτέλεση της άσκησης καθώς, επίσης, και την απορρόφηση των κραδασμών από τις ασκήσεις που εκτελούνταν με τη χρήση του ιμάντα. Οι ιμάντες ήταν απαραίτητοι για τη διατήρηση της ισορροπίας, αλλά και για τη μεταφορά της δόνησης από το μηχάνημα στα κάτω άκρα των ασκούμενων και ήταν τοποθετημένοι στο πίσω μέρος του μηχανήματος ακριβώς κάτω από την οθόνη, ο ένας στην αριστερή πλευρά και ο άλλος στη δεξιά πλευρά του μηχανήματος.

Το παρεμβατικό πρόγραμμα δόνησης είχε διάρκεια 10 εβδομάδες και περιελάμβανε ασκήσεις που εκτελούνταν στο μηχάνημα δόνησης Body Coach. Πριν την πραγματοποίηση τις πρώτης συνεδρίας έπρεπε να πραγματοποιείται πάντα έλεγχος των αντενδείξεων, οι ασκούμενες έπρεπε να καταναλώνουν τουλάχιστον 300 ml υγρών, κατά προτίμηση χυμού ή δυναμωτικών ροφημάτων για αθλητές (ηλεκτρολύτες) πριν από κάθε προπόνηση αλλά και κατά τη διάρκεια αυτής.

Πιο συγκεκριμένα, η απώλεια των υγρών του σώματος εξαιτίας της αφυδάτωσης μπορεί να οδηγήσει σε δυσλειτουργία του καρδιαγγειακού και του θερμορυθμιστικού συστήματος με αποτέλεσμα την πρόωρη κόπωση, ειδικά σε συνθήκες θερμικής επιβάρυνσης. Οι δυσμενείς αυτές προσαρμογές του οργανισμού παρουσιάζονται ως υπέρμετρη αύξηση της καρδιακής συχνότητας και της θερμοκρασίας του σώματος. Η εξασφάλιση του ιδανικού επιπέδου ενυδάτωσης του οργανισμού πριν την προσπάθεια και η αναπλήρωση των υγρών που χάνονται με τον ιδρώτα κατά τη διάρκεια της άσκησης αποτελούν τους σημαντικότερους παράγοντες για την άμβλυνση της ασκησιογενούς δυσλειτουργίας των παραπάνω συστημάτων.

- Η γωνία της άρθρωσης του γόνατος δεν θα πρέπει να ξεπερνά τις 90 μοίρες και το βάρος του σώματος θα πρέπει να μοιράζεται και στα δύο πέλματα.
- Το κεφάλι, ο θώρακας, ο λαιμός, η πλάτη και η κοιλία δε θα πρέπει να έρχονται ποτέ σε άμεση επαφή με την πλατφόρμα δόνησης.
- Οι λαβές του μηχανήματος χρησιμοποιούνται μόνο για τη διατήρηση της ισορροπίας του ασκούμενου και όχι για τη στήριξη. Η προπόνηση βιομηχανικής διέγερσης είναι καλό να αποφεύγεται σε περιπτώσεις έντονης εξάντλησης και κόπωσης.
- Το μαξιλαράκι από καουτσούκ που συνοδεύει κάθε μηχανήμα δόνησης χρησιμοποιήθηκε, για να αποφευχθεί η άμεση επαφή του δέρματος με την πλατφόρμα δόνησης. Μόνο σε περιπτώσεις που το ασκησιολόγιο πραγματοποιείται από την όρθια θέση μπορεί να μη χρησιμοποιηθεί, εφόσον ο ασκούμενος φοράει παπούτσια.

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε στις 4 πρώτες συνεδρίες, άσκηση διάρκειας 30 sec με 20 sec διάλειμμα. Οι επόμενες 4 συνεδρίες είχαν διάρκεια 45 sec και 20 sec διάλειμμα, ενώ οι τελευταίες 4 συνεδρίες είχαν 1 min διάρκεια και 20 sec διάλειμμα. Πριν την εφαρμογή του παρεμβατικού προγράμματος δόνησης επισημάνθηκε σε όλες τις ασκούμενες η σπουδαιότητα και η ουσιαστική βοήθεια που μπορεί να τους προσφέρει το συγκεκριμένο πρόγραμμα δόνησης στη βελτίωση της ισορροπίας και της ευκαμψίας των κάτω άκρων. Επιπλέον, τονίσθηκε ότι απαραίτητο στοιχείο καθ' όλη την διάρκεια της εξάσκησης θα πρέπει να είναι η αυτοσυγκέντρωση των ασκουμένων γυναικών στα ζητούμενα της κάθε άσκησης.

Οι ασκήσεις του προγράμματος εκτελέσθηκαν με τη ακόλουθη σειρά:

1. Εκτέλεση χαμηλού squat. Η ασκούμενη που ανέβηκε στην πλατφόρμα βιομηχανικής διέγερσης είχε την πλάτη της ίσια, έξω το στήθος, πίσω και κάτω τους ώμους. Η πλάτη και η ράχη βρίσκονταν σε ευθεία γραμμή και το κεφάλι στην ίδια ευθεία με τον κορμό (πλάτη). Η ασκούμενη μπορούσε κατά τη διάρκεια της άσκησης να διατηρεί την ισορροπία της στις λαβές. Ήταν λυγισμένη πάνω από την ορθή γωνία, τα γόνατα ήταν ανοιχτά στο ύψος των ώμων, δεν ξεπερνούσαν τις μύτες από τα πέλματα και οι γλουτοί βρίσκονταν σε σύσπαση. Η αναπνοή ήταν ρυθμική και συγκεντρωμένη στη συγκεκριμένη μυϊκή ομάδα.
2. Squat στο αριστερό πόδι. Η ασκούμενη παρέμεινε στην ίδια στάση σώματος με τους αγκώνες να έρχονται κάθετα στους ώμους, τους καρπούς να παραμένουν σταθεροί και τα

χέρια να τραβάνε τον κορμό προς τα επάνω και τα πόδια να πιέζουν προς τα κάτω. Το κεφάλι παρέμεινε σταθερό και αποτελούσε προέκταση της σπονδυλικής στήλης.

3. Squat στο δεξί πόδι. Η ασκούμενη παρέμεινε στην ίδια στάση σώματος με τους αγκώνες να έρχονται κάθετα στους ώμους, τους καρπούς να παραμένουν σταθεροί, τα χέρια να τραβάνε τον κορμό προς τα επάνω και τα πόδια να πιέζουν προς τα κάτω. Το κεφάλι παρέμεινε σταθερό και αποτελούσε προέκταση της σπονδυλικής στήλης

4. Γλουτός – δικέφαλος μηριαίος μυς στο αριστερό πόδι. Η ασκούμενη βρισκόταν σε πρηνή θέση κάτω από το μηχάνημα δόνησης. Η στήριξη γινόταν στους αγκώνες και στο ένα γόνατο, ενώ η πλάτη βρισκόταν σε ευθεία στην ίδια ακριβώς θέση με το κεφάλι. Το αριστερό πόδι που βρισκόταν στον αέρα πίεζε τον ιμάντα, ο οποίος είχε τοποθετηθεί στο ύψος της ποδοκνημικής του ποδιού που βρισκόταν στον αέρα, προς τα επάνω.

5. Γλουτός – δικέφαλος μηριαίος μυς στο δεξί πόδι. Η ασκούμενη βρισκόταν σε πρηνή θέση και κάτω από το μηχάνημα δόνησης. Η στήριξη γινόταν στους αγκώνες και στο ένα γόνατο, ενώ η πλάτη βρισκόταν σε ευθεία, στην ίδια ακριβώς θέση με το κεφάλι. Το δεξί πόδι που βρισκόταν στον αέρα πίεζε τον ιμάντα, ο οποίος είχε τοποθετηθεί στο ύψος της ποδοκνημικής του ποδιού που βρισκόταν στον αέρα, προς τα επάνω.

6. Γλουτοί – δικέφαλος μηριαίος μύς από ύπτια θέση. Η ασκούμενη είχε τοποθετήσει το σώμα της κοντά στην πλατφόρμα δόνησης με τα πέλματα παράλληλα στο άνοιγμα των ώμων και τοποθετημένα επάνω στην πλατφόρμα δόνησης. Οι ώμοι, το κεφάλι και η πλάτη εφάπτονταν στο στρώμα, ενώ τα χέρια βρίσκονταν δίπλα στον κορμό. Η πλάτη με τη μέση βρίσκονταν σε ευθεία γραμμή, ο κορμός σε σύσπαση, η πίεση εφαρμοζόταν στους γλουτιαίους μυς και τέλος στις φτέρνες που βρίσκονταν διαρκώς σε σύσπαση.

7. Εκτέλεση χαμηλού squat με χρήση μπάλας. Η ασκούμενη που ανέβηκε στην πλατφόρμα βιομηχανικής διέγερσης είχε την πλάτη της ίσια, έξω το στήθος, πίσω και κάτω τους ώμους. Ανάμεσα στους προσαγωγούς είχε τοποθετηθεί μια μπάλα που είχε ως στόχο τη δημιουργία προσύσπασης των προσαγωγών και των τετρακεφάλων. Η πλάτη και ράχη βρίσκονταν σε ευθεία γραμμή και το κεφάλι στην ίδια ευθεία με τον κορμό (πλάτη). Η ασκούμενη μπορούσε κατά τη διάρκεια της άσκησης να διατηρεί την ισορροπία της στις λαβές, τα γόνατα ήταν ανοιχτά στο ύψος των ώμων, λυγισμένα πάνω από την ορθή γωνία και δεν ξεπερνούσαν τις μύτες από τα πέλματα και οι γλουτοί βρίσκονταν σε σύσπαση. Η αναπνοή ήταν ρυθμική και συγκεντρωμένη στη συγκεκριμένη μυϊκή ομάδα.

Σχεδιασμός της έρευνας

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές της παρούσας έρευνας είναι οι εξής:

1. Η «ομάδα», η οποία περιλαμβάνει 3 βαθμίδες : την ομάδα ελέγχου, την ομάδα τριών προπονήσεων την εβδομάδα και την ομάδα δύο προπονήσεων την εβδομάδα.
2. Η «χρονική στιγμή μέτρησης», η οποία θα περιλαμβάνει 3 βαθμίδες: αρχική, τελική και διατήρησης.

Οι εξαρτημένες μεταβλητές που θα εξεταστούν στην παρούσα έρευνα είναι οι εξής:

- Ισορροπία
- Ευκαμψία

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2^{ης} ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην ευκαμψία.

Οι περιορισμοί και οι οριοθετήσεις της παρούσας έρευνας ήταν οι εξής: Καμία από τις γυναίκες που έλαβαν μέρος στην παρούσα έρευνα δεν συμμετείχαν συστηματικά σε προπόνηση κάποιου αθλήματος όπως επίσης σε κάποιο πρόγραμμα ιδιοδεκτικότητας. Όσες ανέφεραν κάποιο μυϊκό τραυματισμό ή κατάγματα, αποκλείστηκαν από την παρούσα έρευνα. Τέλος, όλες οι συμμετέχουσες στην έρευνα, πριν την έναρξη της, πραγματοποίησαν 2 συνεδρίες προπόνησης με δονήσεις προκειμένου να εξοικειωθούν με το μηχάνημα το οποίο παρήγαγε το δονητικό ερέθισμα.

Ο σχεδιασμός της έρευνας περιελάμβανε τρεις μετρήσεις ως εξής:

Α' φάση της έρευνας – Αρχικές αξιολογήσεις

Πριν την έναρξη μιας προπονητικής μονάδας πραγματοποιήθηκε και από τις 3 ομάδες, στην αρχή του προγράμματος δόνησης, όλη η δέσμη των αξιολογήσεων (ισορροπίας, ευκαμψίας). Οι αξιολογήσεις πραγματοποιήθηκαν με σκοπό την καταγραφή των αρχικών τιμών, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν ως μέτρο σύγκρισης των πιθανών βελτιώσεων που θα επιφέρει η εφαρμογή των παρεμβατικών προγραμμάτων άσκησης.

Β' φάση της έρευνας – πειραματική φάση

Στην φάση αυτή συμμετείχαν οι εθελόντριες γυναίκες που επιλέχθηκαν στο πρόγραμμα άσκησης και χωρίστηκαν τυχαία σε τρεις διαφορετικές ομάδες (1^η, n = 18, 2^η n = 14, 3^η n =

12). Οι δύο ομάδες (1^η, n = 18, 2^η n = 14) πραγματοποίησαν το ίδιο πρόγραμμα εξάσκησης με στόχο τη βελτίωση της ισορροπίας και της ευκαμψίας των κάτω άκρων. Η τρίτη ομάδα (3^η n = 12) δεν πραγματοποίησε κανένα πρωτόκολλο άσκησης. Η διαφοροποίηση των δυο ομάδων άσκησης, όπου για την πρώτη ομάδα ήταν κάθε δεύτερη ημέρα, ενώ για την δεύτερη ομάδα ήταν κάθε τρίτη μέρα. Η διάρκεια του προγράμματος εξάσκησης ήταν 12 λεπτά και για τις δυο ομάδες. Η κάθε ομάδα εκτέλεσε 12 συνεδρίες με 20 sec διάλειμμα, ενώ οι τελευταίες 4 συνεδρίες είχαν 1 min διάρκεια και 20 sec διάλειμμα.

Γ' φάση της έρευνας – τελικές αξιολογήσεις

Σε αυτήν τη φάση έγιναν οι τελικές μετρήσεις - αξιολογήσεις της ισορροπίας και της ευκαμψίας έπειτα από την ολοκλήρωση και της τελευταίας συνεδρίας των ασκουμένων. Στόχος ήταν να αξιολογηθεί η διαφοροποίηση της απόδοσης μεταξύ των δυο πειραματικών ομάδων εξαιτίας της διαφορετικής χρονικής στιγμής της εκτέλεσης του παρεμβατικού προγράμματος. Επίσης, η καταγραφή των βελτιώσεων στην ισορροπία και την ευκαμψία στις δυο πειραματικές ομάδες καθώς και οι πιθανές διαφορές με την ομάδα ελέγχου, διαφορές που θα οφείλονταν στην επίδραση του παρεμβατικού προγράμματος άσκησης.

Δ' φάση της έρευνας – αξιολογήσεις διατήρησης αποτελέσματος

Στόχος ήταν η αξιολόγηση της διατήρησης των αποτελεσμάτων έπειτα από δύο εβδομάδες από τη λήξη του προγράμματος άσκησης. Συγκεκριμένα, αξιολογήθηκαν στην ίδια δέσμη των τεστ ισορροπίας και ευκαμψίας και οι τρεις ομάδες. Στόχος ήταν να αξιολογηθεί η διατήρηση των βελτιώσεων στην ισορροπία και την ευκαμψία που επιτεύχθηκαν από την εφαρμογή του παρεμβατικού προγράμματος άσκησης.

Στατιστική ανάλυση

Η ανάλυση των δεδομένων, πραγματοποιήθηκε με την χρήση του Στατιστικού Προγράμματος SPSS for Windows (Version 10.0, SPSS, Inc., Chicago, IL). Ελέγχθηκε η κανονικότητα κατανομής και η ισότητα των διακυμάνσεων για όλες τις μεταβλητές της έρευνας. Χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης (διασποράς) με έναν παράγοντα (One way Anova) με επίπεδο σημαντικότητας το $\alpha = 0.05$, για να διαπιστωθούν οι διαφορές στις αρχικές αξιολογήσεις της ισορροπίας και της ευκαμψίας προκειμένου να εξετασθεί η υπόθεση

ότι δεν υπήρχαν διαφορές στις επιδόσεις των ομάδων (δυο πειραματικών και μίας ελέγχου). Για τις εξαρτημένες μεταβλητές, στις οποίες διαπιστώθηκαν διαφορές στην πρώτη μέτρηση, πραγματοποιήθηκε ανάλυση συνδιακύμανσης (Ancova). Η ανάλυση πολλαπλής διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (Ancova Repeated Measures) πραγματοποιήθηκε, για να διαπιστωθούν πιθανές στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των αρχικών, τελικών και μετρήσεων διατήρησης μεταξύ των πειραματικών ομάδων και της ομάδας ελέγχου, σε όλες τις δοκιμασίες της ισορροπίας και της ευκαμψίας που πραγματοποιήθηκαν. Συγκεκριμένα, επιλέχθηκε η ανάλυση συνδιακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων, επειδή διαπιστώνει τα εξής: Σε μια ή περισσότερες ομάδες που έχουν περισσότερες από μία μετρήσεις.

1. Στο σύνολο του δείγματος, πιθανές διαφορές μεταξύ της αρχικής και της τελικής μέτρησης (τεστ οριζοντιότητας).
2. Σε διαφορετικές ομάδες (πειραματικές - ελέγχου), πιθανές διαφοροποιήσεις από μέτρηση σε μέτρηση (τεστ παραλληλισμού).
3. Μεταξύ διαφορετικών ομάδων, πιθανές διαφορές στο μέσο όρο των μετρήσεων (τεστ επιπέδων ή μεταξύ των ομάδων).

Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση της διακριτότητας, προκειμένου να διαπιστωθεί εάν κάποιες από τις μεταβλητές βοηθούν στο διαχωρισμό του δείγματος σε δυο πειραματικές ομάδες.

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Αρχικές αξιολογήσεις ισορροπίας και ευκαμψίας

Αξιολογήσεις της ισορροπίας

Η ανάλυση διακύμανσης (Ανοva) χρησιμοποιήθηκε, για να εξεταστεί η υπόθεση ότι οι ομάδες δε διέφεραν μεταξύ τους ως προς την επίδοση στα τεστ ισορροπίας που έγιναν πριν την έναρξη της πειραματικής διαδικασίας. Συγκεκριμένα, εξαρτημένη μεταβλητή ήταν η επίδοση στα τεστ ισορροπίας και ανεξάρτητη μεταβλητή ήταν η «ομάδα», που αντιστοιχεί στις τρεις ομάδες (Πίνακας 4.1).

Πίνακας 4.1: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις στις σανίδες ισορροπίας, πριν την έναρξη του προγράμματος άσκησης για τις τρεις ομάδες .

Αξιολόγηση της ισορροπίας	Ομάδα 1 M ± SD	Ομάδα 2 M ± SD	Ομάδα ελέγχου M ± SD	Τιμή F
Κυκλική σανίδα αριστερό πόδι	2,35 ± 0,92	2.82 ± 1,14	2,61 ± 1,02	F(2,43)= 1.63
Κυκλική σανίδα δεξί πόδι	2,60 ± 0,79	3,22 ± 1,49	2,73 ± 1,28	F(2,43)= 1,14
Μέσα – έξω αριστερό πόδι	2,81 ± 1,23	2,92 ± 4,07	2,56 ± 0,81	F(2,43)= 2.16
Μέσα – έξω δεξί πόδι	3,58 ± 2,55	4,21 ± 2,20	3,05 ± 1,18	F(2,43)= 0,95
Εμπρός – πίσω αριστερό πόδι	2,20 ± 0,61	2,64 ± 3,66	2,35± 0,683	F(2,43)= 1.96
Εμπρός – πίσω δεξί πόδι	2,68 ± 0,84	3,31 ± 1,45	2,49 ± 0,56	F(2,43)= 2,39

* p<.05 ** p<.01 ***p<.001

Αναλυτικότερα, για τα τεστ αξιολόγησης που πραγματοποιήθηκαν στις σανίδες ισορροπίας, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων. Συγκεκριμένα, κατά την εκτέλεση με το αριστερό άκρο τα αποτελέσματα έδειξαν: α) για την πρόσθια-οπίσθια κατεύθυνση F(2,43)= 1.96 p>.05, β) για την έσω-έξω πλάγια κατεύθυνση F(2,43)= 2.16 p>.05 και γ). συνολικά F(2,43) = 1.63,

p>.05. Κατά την εκτέλεση με το δεξί άκρο δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων.

Αξιολογήσεις της ευκαμψίας

Η ανάλυση διακύμανσης (Απονοα) χρησιμοποιήθηκε, για να εξεταστεί η υπόθεση ότι οι ομάδες δε διέφεραν μεταξύ τους ως προς την επίδοση στα τεστ ευκαμψίας που έγιναν πριν την έναρξη της πειραματικής διαδικασίας. Συγκεκριμένα, εξαρτημένη μεταβλητή ήταν η επίδοση στα τεστ ευκαμψίας και ανεξάρτητη μεταβλητή ήταν η «ομάδα», που αντιστοιχεί στις τρεις ομάδες (Πίνακας 4.2).

Πίνακας 4.2: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της ευκαμψίας πριν την έναρξη του προγράμματος άσκησης για τις τρεις ομάδες.

Αξιολόγηση της ευκαμψίας	Ομάδα 1 M ± SD	Ομάδα 2 M ± SD	Ομάδα ελέγχου M ± SD	Τιμή F
Κάμψη ισχίου ενεργητικά	88.44 ± 10.83	86.86 ± 12.11	80.00 ± 10.22	F(2,43)= 2.207
Κάμψη ισχίου παθητικά	98.06 ± 8.60	94.64 ± 8.87	94.17 ± 5.15	F(2,43)= 1.130
Έκταση ισχίου	13.56 ± 3.63	14.29 ± 4,45	12.67 ± 3,40	F(2,43)= 0.575
Κάμψη γόνατος ενεργητικά	118.33 ± 4.50	118.00 ± 3.90	116.67 ± 2.46	F(2,43)= 0.913
Κάμψη γόνατος παθητικά	132,67 ± 7,68	133.21 ± 6.71	132.17 ± 7.75	F(2,43)= 0.65
Αίσθηση θέσης	0,67 ± 5,87	2,14 ± 6,45	2,42 ± 4,96	F(2,43)= 0.407

* p<.05 ** p<.01 ***p<.001

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι στην ευκαμψία δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων. Αναλυτικότερα βρέθηκε: α) για την κάμψη ισχίου ενεργητικά F(2,43)= 2.207με p > .05 β) για την κάμψη ισχίου παθητικά F(2,43)= 1.130 με p > .05 γ) για την έκταση ισχίου F(2,43)= 0.575 με p > .05, δ) για την κάμψη γονάτου ενεργητικά F(2,43)= 0.913 με p > .05 ε) για την κάμψη γονάτου παθητικά

$F(2,43)= 0.65$ με $p > .05$ και σ^2) για την αίσθηση θέσης του γονάτου $F(2,43)= 0.407$ με $p > .05$

Πριν την εφαρμογή των παραπάνω αναλύσεων έγινε έλεγχος της ομοιογένειας των διακυμάνσεων, της ανεξαρτησίας των μετρήσεων και της κανονικότητας των τιμών για όλες τις ομάδες. Η κανονικότητα κατανομής των δεδομένων και η ισότητα των διακυμάνσεων, ελέγχθηκε για να διαπιστωθούν τυχόν διαφορές που επηρεάζουν τα αποτελέσματα της έρευνας. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα το δείγμα, όσον αφορά στις φυσιολογικές παραμέτρους, παρουσίασε κανονική κατανομή και οι διακυμάνσεις ήταν ίσες. Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων ορίστηκε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=.05$. Συγκεκριμένα, όλες οι μεταβλητές ελέγχθηκαν χωριστά σε κάθε ομάδα βάσει του Kolmogorov - Smirnov test και παρουσίασαν κανονικότητα κατανομής με τιμές μεγαλύτερες από το επίπεδο σημαντικότητας ($p> .05$).

Τελικές αξιολογήσεις ισορροπίας και ευκαμψίας

Αξιολογήσεις στις σανίδες ισορροπίας,

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων της δεύτερης πειραματικής φάσης χρησιμοποιήθηκε η πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (Anova) (3X2), ως προς δύο παράγοντες, εκ των οποίων μόνο ο ένας ήταν επαναλαμβανόμενος, με εξαρτημένη μεταβλητή την «ισορροπία», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» («ομάδα 3 προπονήσεων», «ομάδα 2 προπονήσεων», «ομάδα ελέγχου») και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση», που αντιστοιχούσε στις δύο αξιολογήσεις που έγιναν στις δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές («Αρχική μέτρηση» πριν την έναρξη του προγράμματος άσκησης, και «Τελική μέτρηση» μετά την ολοκλήρωση του παρεμβατικού προγράμματος άσκησης).

Πίνακας 4.3: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της ισορροπίας, μεταξύ αρχικών και τελικών μετρήσεων για τις τρεις ομάδες.

	Αρχική Μέτρηση			Τελική Μέτρηση		
	Ομάδα “1”	Ομάδα “2”	Ομάδα ελέγχου	Ομάδα “1”	Ομάδα “2”	Ομάδα ελέγχου
	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD
Πρόσθια – οπίσθια αριστερό άκρο	2,20 ± 0,61	4,64 ± 3,66	2,35 ± 0,68	3,63 ± 1,76*	5,42 ± 4,25*	2,90 ± 0,51
Πρόσθια – οπίσθια δεξί άκρο	2,68 ± 0,84	3,31 ± 1,45	2,49 ± 0,56	3,73 ± 2,17*	4,32 ± 2,23*	2,74 ± 0,73
Έσω – Έξω αριστερό άκρο	2,81 ± 1,23	4,92 ± 4,07	2,56 ± 0,81	4,81 ± 2,83*	6,72 ± 6,42*	2,90 ± 0,71
Έσω – Έξω δεξί άκρο	3,58 ± 2,55	4,21 ± 2,20	3,05 ± 1,18	5,49 ± 3,56*	6,32 ± 2,94*	5,14 ± 3,06
Κυκλική κίνηση αριστερό άκρο	2,35 ± 0,92	3,32 ± 1,41	2,61 ± 1,02	2,87 ± 1,22*	3,65 ± 2,40*	2,88 ± 1,33
Κυκλική κίνηση δεξί άκρο	2,60 ± 0,79	3,22 ± 1,49	2,73 ± 1,28	2,89 ± 1,10*	4,14 ± 1,80*	2,50 ± 0,7

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001,

Συγκεκριμένα, κατά την εκτέλεση με το αριστερό άκρο τα αποτελέσματα έδειξαν: α) για τη κυκλική σανίδα βρέθηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και μέτρηση F(2,41)= 5,77, p<.01, κάτι που σημαίνει ότι οι ομάδες δεν παρουσίασαν το ίδιο πρότυπο εξέλιξης από την αρχική στην τελική αξιολόγηση. Διαπιστώθηκε ακόμα σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα μέτρηση με F(1,41)= 48.87, p<.001 και τέλος διαπιστώθηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα ομάδα F(2,41)=4.37, p<.05.

Πίνακας 4.4. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις για την κυκλική σανίδα με το αριστερό άκρο.

Κυκλική κίνηση αριστερό άκρο					
Αρχική αξιολόγηση			Τελική αξιολόγηση		
Ομάδα “1”	Ομάδα “2”	Ομάδα Ελέγχου	Ομάδα “1”	Ομάδα “2”	Ομάδα Ελέγχου
M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD
2,35 ± 0,92	3,32 ± 1,41	2,61 ± 1,02	2,87 ± 1,22*	3,65 ± 2,40*	2,88 ± 1,33
F			5,77*		
* p<.05 ** p<.01 ***p<.001					

β) για την πρόσθια-οπίσθια κατεύθυνση βρέθηκε οτι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και μέτρηση F(2,41)= 7.17, p<.01, κάτι που σημαίνει ότι οι ομάδες δεν παρουσίασαν το ίδιο πρότυπο εξέλιξης από την αρχική στην τελική αξιολόγηση. Διαπιστώθηκε ακόμα σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα μέτρηση με F(1,41)= 59.97, p<.001 και τέλος διαπιστώθηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα ομάδα F(2,41)= 8.31, p<.001.

Πίνακας 4.5. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις για την πρόσθια-οπίσθια κατεύθυνση με το αριστερό άκρο.

Πρόσθια – οπίσθια αριστερό άκρο					
Αρχική αξιολόγηση			Τελική αξιολόγηση		
Ομάδα “1” M ± SD	Ομάδα “2” M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD	Ομάδα “1” M ± SD	Ομάδα “2” M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD
2,20 ± 0,61	4,64 ± 3,66	2,35 ± 0,68	3,63 ± 1,76	5,42 ± 4,25	2,90 ± 0,51
F		7,17			
* p<.05 ** p<.01 ***p<.001					

γ) για την έσω-έξω πλάγια κατεύθυνση βρέθηκε οτι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και μέτρηση F(2,41)= 10.47, p<.001. Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα μέτρηση με F(1,41)=

63.06, $p<.001$ και τέλος διαπιστώθηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα ομάδα $F(2,41)= 5.23, p<.01$.

Πίνακας 4.6. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις για την έσω-έξω πλάγια κατεύθυνση με το αριστερό άκρο.

Έσω – Έξω αριστερό άκρο					
Αρχική αξιολόγηση			Τελική αξιολόγηση		
Ομάδα “1” M ± SD	Ομάδα “2” M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD	Ομάδα “1” M ± SD	Ομάδα “2” M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD
2,81 ± 1,23	4,92 ± 4,07	2,56 ± 0,81	4,81 ± 2,83	6,72 ± 6,42	2,90 ± 0,71
F			10,47		

* $p<.05$ ** $p<.01$ *** $p<.001$

Τέλος, κατά την εκτέλεση με το δεξί άκρο βρέθηκε:

α) για την πρόσθια-οπίσθια κατεύθυνση βρέθηκε οτι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και μέτρηση $F(2,41)= 6.45$ με $p<.01$ και διαπιστώθηκε στατιστικά κύρια επίδραση του παράγοντα μέτρηση $F(1,41) = 45.26$, με $p<.001$. Τέλος, διαπιστώθηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα ομάδα $F(2,41)= 3.38, p<.05$.

Πίνακας 4.7. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις για την πρόσθια-οπίσθια κατεύθυνση με το δεξί άκρο.

Πρόσθια – οπίσθια δεξί άκρο					
Αρχική αξιολόγηση			Τελική αξιολόγηση		
Ομάδα “1” M ± SD	Ομάδα “2” M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD	Ομάδα “1” M ± SD	Ομάδα “2” M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD
2,68 ± 0,84	3,31 ± 1,45	2,49 ± 0,56	3,73 ± 2,17	4,32 ± 2,23	2,74 ± 0,73
F			6,45		

* $p<.05$ ** $p<.01$ *** $p<.001$

β) για την έσω-έξω πλάγια κατεύθυνση βρέθηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και μέτρηση $F(2,41)= 10.29$ με $p<.001$. Διαπιστώθηκε στατιστικά κύρια επίδραση του παράγοντα μέτρηση $F(1,41) = 58.61$ με $p<.001$. Τέλος, διαπιστώθηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα ομάδα $F(2,41)=3.36$, $p<.05$.

Πίνακας 4.8. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις για την έσω-έξω πλάγια κατεύθυνση με το δεξί άκρο.

Έσω – Έξω δεξί άκρο						
Αρχική αξιολόγηση			Τελική αξιολόγηση			
Ομάδα “1” M ± SD	Ομάδα “2” M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD	Ομάδα “1” M ± SD	Ομάδα “2” M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD	
3,58 ± 2,55	4,21 ± 2,20	3,05 ± 1,18	5,49 ± 3,56	6,32 ± 2,94	5,14 ± 3,06	
F			10,29			
* p<.05 ** p<.01 ***p<.001						

γ) στην κυκλική κίνηση βρέθηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και μέτρηση $F(2,41)= 9.14$ με $p<.001$. Διαπιστώθηκε στατιστικά κύρια επίδραση του παράγοντα μέτρηση με $F(1,41)=21.95$, $p<.001$. Τέλος, διαπιστώθηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα ομάδα $F(2,41) = 7.19$, $p<.01$.

Πίνακας 4.9. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις στην κυκλική κίνηση με το δεξί άκρο.

Κυκλική κίνηση δεξί άκρο					
Αρχική αξιολόγηση			Τελική αξιολόγηση		
Ομάδα “1” M ± SD	Ομάδα “2” M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD	Ομάδα “1” M ± SD	Ομάδα “2” M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD
2,60 ± 0,79	3,22 ± 1,49	2,73 ± 1,28	2,89 ± 1,10	4,14 ± 1,80	2,50 ± 0,7
F			9,14		
* p<.05 ** p<.01 ***p<.001					

Αξιολογήσεις ευκαμψίας

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA, 3x2) ως προς δύο παράγοντες, εκ των οποίων μόνο ο ένας ήταν επαναλαμβανόμενος, με εξαρτημένη μεταβλητή τα τεστ της «ευκαμψίας», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» («ομάδα 3 προπονήσεων», «ομάδα 2 προπονήσεων», «ομάδα ελέγχου») και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση», που αντιστοιχούσε στις δύο αξιολογήσεις που έγιναν στις δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές («Αρχική μέτρηση» πριν την έναρξη του προγράμματος άσκησης, και «Τελική μέτρηση» μετά την ολοκλήρωση του παρεμβατικού προγράμματος άσκησης) (Πίνακας 4.4).

Πίνακας 4.9.1: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της ευκαμψίας, μεταξύ αρχικών και τελικών μετρήσεων για τις τρεις ομάδες.

	Αρχική Μέτρηση			Τελική Μέτρηση		
	Ομάδα “1”	Ομάδα “2”	Ομάδα ελέγχου	Ομάδα “1”	Ομάδα “2”	Ομάδα ελέγχου
	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD
Κάμψη						
ισχίου	88.44 ± 10.83	86.86 ± 12.11	80.00 ± 10.22	98.61±16,18	95,21± 9,89	82,08±10,54
ενεργητικά						
Κάμψη						
ισχίου	98.06 ± 8.60	94.64 ± 8.87	94.17 ± 5.15	115,78±11,69	109,86±12,37	94,17±6,33
παθητικά						
Έκταση						
ισχίου	13.56 ± 3.63	14.29 ± 4,45	12.67 ± 3,40	23,72±10,04	18,79±4,56	13,08±3,50
Κάμψη						
γόνατος	118.33 ± 4.50	118.00 ± 3.90	116.67 ± 2.46	132,89±6,44	127,29±4,93	118,75±2,92
ενεργητικά						
Κάμψη						
γόνατος	132,67 ± 7,68	133.21 ± 6.71	132.17 ± 7.75	143,50±6,78	144,86±4,81	134,33±8,17
παθητικά						
Αίσθηση θέσης	0,67 ± 5,87	2,14 ± 6,45	2,42 ± 4,96	2,78±7,44	1,86±3,59	4,25±8,34

* p<.05 ** p<.01 ***p<.001

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε:

α) για την κάμψη ισχίου ενεργητικά ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,41) = 4.989$ με $p<.05$. Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(1,41) = 41.132$ με $p<.001$. Τέλος, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,41) = 4.409$ με $p<.05$.

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων scheffe έγινε για να διερευνηθεί μεταξύ ποιών ομάδων οι διαφορές που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι στατιστικά σημαντικές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “3 προπονήσεων” και της “ ομάδας ελέγχου” $p<.05$. Ωστόσο, δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων και μεταξύ της ομάδας “ελέγχου” και της ομάδας των 2 προπονήσεων με $p>.05$.

Πίνακας 4.9.2. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις για την κάμψη ισχίου ενεργητικά.

Κάμψη ισχίου ενεργητικά					
Αρχική αξιολόγηση			Τελική αξιολόγηση		
Ομάδα “1”	Ομάδα “2”	Ομάδα Ελέγχου	Ομάδα “1”	Ομάδα “2”	Ομάδα Ελέγχου
M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD
88.44 ± 10.83	86.86 ± 12.11	80.00 ± 10.22	98.61 ± 16.18	95.21 ± 9.89	82.08 ± 10.54
F			4.989*		

* $p<.05$ ** $p<.01$ *** $p<.001$

β) για την κάμψη ισχίου παθητικά ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,41) = 43.88$ με $p<.001$. Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(1,41) = 183.90$ με $p<.001$. Τέλος, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,41) = 7.12$ με $p<.01$.

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων scheffe έγινε, για να διερευνηθεί μεταξύ ποιών ομάδων οι διαφορές που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι στατιστικά σημαντικές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “3 προπονήσεων” και της “ ομάδας ελέγχου” $p<.01$. Ωστόσο, δεν παρουσιάστηκε

στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων και μεταξύ της ομάδας “ελέγχου” και της ομάδας των 2 προπονήσεων με $p>.05$.

Πίνακας 4.9.3. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις για την κάμψη ισχίου παθητικά.

Κάμψη ισχίου παθητικά					
Αρχική αξιολόγηση			Τελική αξιολόγηση		
Ομάδα “1”	Ομάδα “2”	Ομάδα Ελέγχου	Ομάδα “1”	Ομάδα “2”	Ομάδα Ελέγχου
M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD
98.06 ± 8.60	94.64 ± 8.87	94.17 ± 5.15	115,78 ± 11.69***	109.86 ± 12.37***	94.17 ± 6.33
F			43.88***		

* $p<.05$ ** $p<.01$ *** $p<.001$

γ) για την έκταση ισχίου ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,41) = 12.48$ με $p<.001$. Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(1,41) = 37.813$ με $p<.001$. Τέλος, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,41) = 4.60$ με $p<.05$.

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων scheffe έγινε, για να διερευνηθεί μεταξύ ποιών ομάδων οι διαφορές που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι στατιστικά σημαντικές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “3 προπονήσεων” και της “ομάδας ελέγχου” $p<.01$. Ωστόσο, δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων και μεταξύ της ομάδας “ελέγχου” και της ομάδας των 2 προπονήσεων με $p>.05$.

Πίνακας 4.9.4. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις για την έκταση ισχίου.

Έκταση ισχίου					
Αρχική αξιολόγηση			Τελική αξιολόγηση		
Ομάδα “1” M ± SD	Ομάδα “2” M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD	Ομάδα “1” M ± SD	Ομάδα “2” M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD
13.56 ± 3.63	14.29 ± 4,45	12.67 ± 3,40	23.72 ± 10,04	18.79 ± 4.56	13.08 ± 3,50
F			12.48***		

* p<.05 ** p<.01 ***p<.001

δ) για την κάμψη γονάτου ενεργητικά ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,41) = 31.123$, $p<.001$. Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(1,41) = 177.48$, $p<.001$. Τέλος, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,41) = 15.12$, $p<.001$, συμπεραίνοντας ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων).

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων scheffe έγινε, για να διερευνηθεί μεταξύ ποιών ομάδων οι διαφορές που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι στατιστικά σημαντικές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “3 προπονήσεων” και της ομάδας “2 προπονήσεων” $p<.01$ κα μεταξύ της ομάδας 3 προπονήσεων και της ομάδας ελέγχου με $p<.001$. Ωστόσο, δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “ελέγχου” και της ομάδας 2 προπονήσεων με $p>.05$.

Πίνακας 4.9.5. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις για την κάμψη γονάτου ενεργητικά.

Κάμψη γόνατος ενεργητικά					
Αρχική αξιολόγηση			Τελική αξιολόγηση		
Ομάδα “1” M ± SD	Ομάδα “2” M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD	Ομάδα “1” M ± SD	Ομάδα “2” M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD
118.33 ± 4.50	118.00 ± 3.90	116.67 ± 2.46	132.89 ± 6,44	127.29 ± 4.93	118.75 ± 2.92
F			31.123***		

* p<.05 ** p<.01 ***p<.001

ε) για την κάμψη γονάτου παθητικά ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,41) = 24.22$, $p<.001$. Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(1,41) = 195.55$, $p<.001$. Τέλος, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,41) = 2.70$, $p>.05$

Πίνακας 4.9.6. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις για την κάμψη γονάτου παθητικά.

Κάμψη γόνατος παθητικά					
Αρχική αξιολόγηση			Τελική αξιολόγηση		
Ομάδα “1” M ± SD	Ομάδα “2” M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD	Ομάδα “1” M ± SD	Ομάδα “2” M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD
132,67 ± 7,68	133.21 ± 6.71	132.17 ± 7.75	143.50 ± 6.78	144.86 ± 4.81	134.33 ± 8.17
F			24.22***		

* p<.05 ** p<.01 ***p<.001

στ) για την αίσθηση θέσης του γονάτου ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,41) = 0,304$, $p>.05$. Επίσης, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(1,41) = 0,768$, $p>.05$. Τέλος, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,41) = 0,520$, $p>.05$

Πίνακας 4.9.7. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις για την αίσθηση θέσης του γονάτου.

Αίσθηση θέσης					
Αρχική αξιολόγηση			Τελική αξιολόγηση		
Ομάδα “1” M ± SD	Ομάδα “2” M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD	Ομάδα “1” M ± SD	Ομάδα “2” M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD
0,67 ± 5,87	2,14 ± 6,45	2,42 ± 4,96	2,78 ± 7,44	1,86 ± 3,59	4,25 ± 8,34
F			. 0,304		

* p<.05 ** p<.01 ***p<.001

Αξιολογήσεις Διατήρησης αποτελέσματος

Αξιολογήσεις της ισορροπίας

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA, 3x3) ως προς δύο παράγοντες, εκ των οποίων μόνο ο ένας ήταν επαναλαμβανόμενος, με εξαρτημένη μεταβλητή την «ισορροπία», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» («ομάδα 3 προπονήσεων», «ομάδα 2 προπονήσεων», «ομάδα ελέγχου») και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση», που αντιστοιχούσε στις τρεις αξιολογήσεις που έγιναν στις τρεις διαφορετικές χρονικές στιγμές («Αρχική μέτρηση» πριν την έναρξη του προγράμματος άσκησης, «Τελική μέτρηση» μετά την ολοκλήρωση του παρεμβατικού προγράμματος άσκησης και «Διατήρησης» 4 εβδομάδες μετά την ολοκλήρωση του παρεμβατικού προγράμματος άσκησης). Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

- α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά την ισορροπία (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων όσον αφορά την ισορροπία (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και
- γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς την ισορροπία από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση») (1^η μηδενική υπόθεση).

Ισορροπία στην κυκλική σανίδα με το αριστερό άκρο

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(4,82) = 4.65$, $p < .01$. Οι τρεις ομάδες, δηλαδή, δεν παρουσίασαν το ίδιο πρότυπο εξέλιξης από μέτρηση σε μέτρηση όσον αφορά στην ισορροπία (τεστ παραλληλισμού). Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(2,82) = 41.10$, $p < .001$, κάτι που σημαίνει ότι η ισορροπία των τριών ομάδων διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,41) = 5.05$, $p < .05$, συμπεραίνοντας ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων) ως προς την ισορροπία (Πίνακας 8.1).

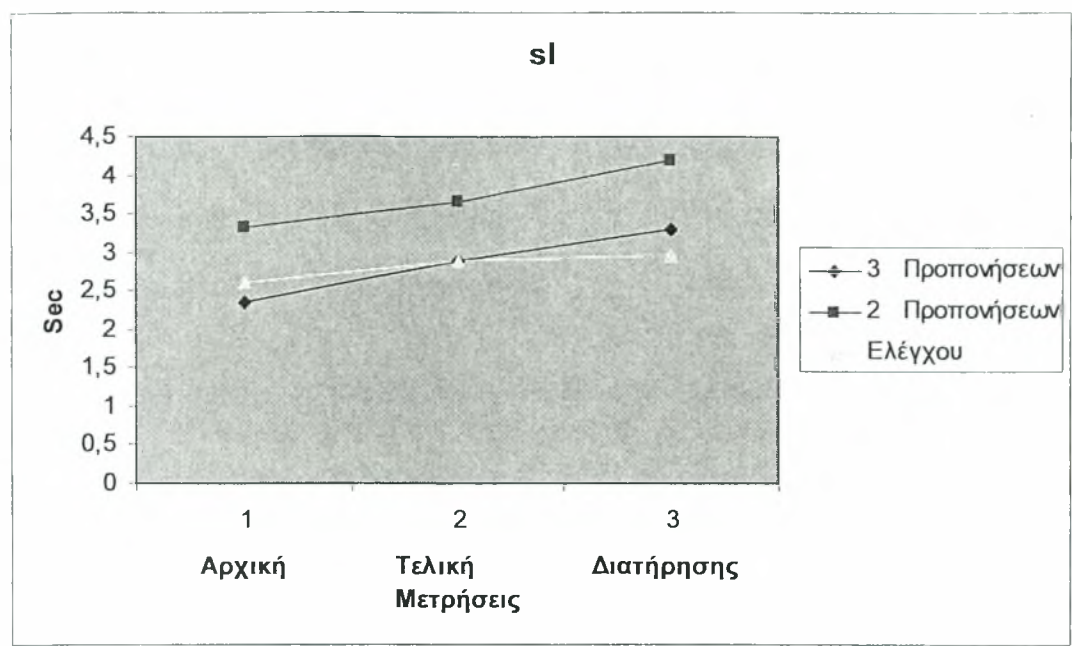
Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων scheffe έγινε, για να διερευνηθεί μεταξύ ποιών ομάδων οι διαφορές που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι στατιστικά σημαντικές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δυο πειραματικών ομάδων με $p < .05$.

Πίνακας 4.9.8 Μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), και τιμή F στην κυκλική σανίδα με το αριστερό άκρο.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	3 ^η μέτρηση
	$M \pm SD$	$M \pm SD$	$M \pm SD$
3 Προπονήσεων	$2,35 \pm 0,92$	$3,62 \pm 0,87$	$3,61 \pm 1,11$
2 Προπονήσεων	$3,32 \pm 1,14$	$4,65 \pm 2,01$	$4,90 \pm 2,10$
Ελέγχου	$2,61 \pm 1,02$	$2,88 \pm 1,33$	$2,97 \pm 1,20$
F	1.63	5.77***	4.65**

* $p < .05$, * $p < .001$, *** $p < .01$

Σχήμα 4.1. Γραφική παράσταση μέσων όρων στην κυκλική σανίδα με το αριστερό άκρο.



Ισορροπία στην κυκλική σανίδα με το δεξί άκρο

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(4,82) = 6.66, p < .001$. Διαπιστώθηκε, όμως, στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(2,82) = 27.62, p < .001$, κάτι που σημαίνει ότι η ισορροπία των τριών ομάδων διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,41) = 9.03, p < .001$, συμπεραίνοντας ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων) και μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της ομάδας των 2 προπονήσεων την εβδομάδα ως προς τη ισορροπία (Πίνακας 11.1).

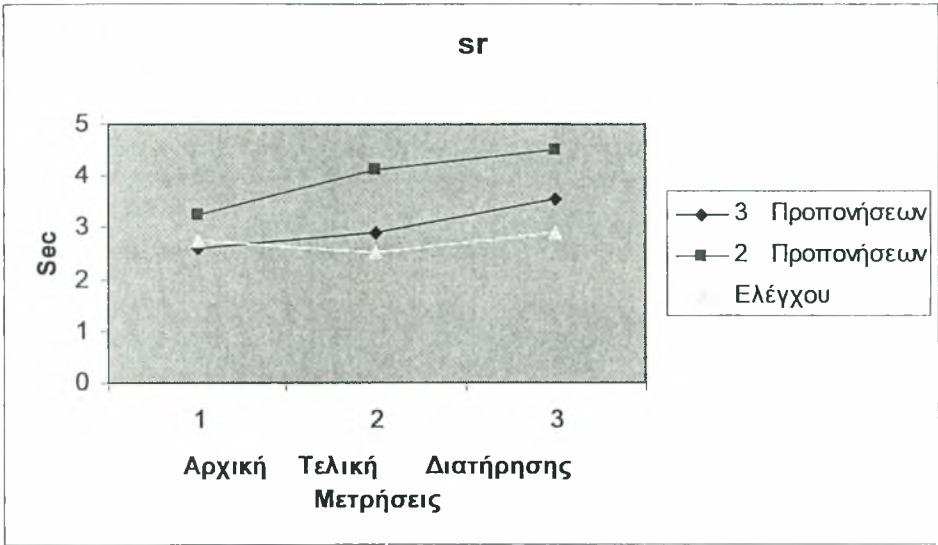
Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων scheffe έγινε, για να διερευνηθεί μεταξύ ποιών ομάδων οι διαφορές που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι στατιστικά σημαντικές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “ελέγχου” και της ομάδας “2 προπονήσεων” $p < .05$. Ωστόσο, δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο πειραματικών ομάδων $p > .05$.

Πίνακας 4.9.9 Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), και τιμή F στην κυκλική σανίδα με το δεξί άκρο.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	3 ^η μέτρηση
	M±SD	M±SD	M±SD
3 Προπονήσεων	2,60 ± 0,79	3.61 ± 0.80*	4.05 ± 1,13*
2 Προπονήσεων	3,22 ± 1,49	4,85 ± 1,52*	4,99 ± 1.64*
Ελέγχου	2,7350 ± 1,28285	2,50 ± 0,71*	2,91 ± 0,44*
F	1.13	9.14***	6.66***

* p<.05, * p<.001, * p<.01

Σχήμα 4.2. Γραφική παράσταση μέσων όρων στην κυκλική σανίδα με το δεξί άκρο.



Ισορροπία στην τετράγωνη σανίδα μέσα-έξω με το αριστερό άκρο

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(4,82) = 8.35, p<.001$. Οι τρεις ομάδες, δηλαδή, δεν παρουσίασαν το ίδιο πρότυπο εξέλιξης από μέτρηση σε μέτρηση όσον αφορά την ισορροπία (τεστ παραλληλισμού). Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση, $F(2,82) = 45.50, p< .001$, κάτι που σημαίνει ότι η ισορροπία των τριών ομάδων διαφοροποιήθηκε στατιστικά

σημαντικά μεταξύ των τριών μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,41) = 5.84, p < .01$, συμπεραίνοντας ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων) ως προς την ισορροπία.

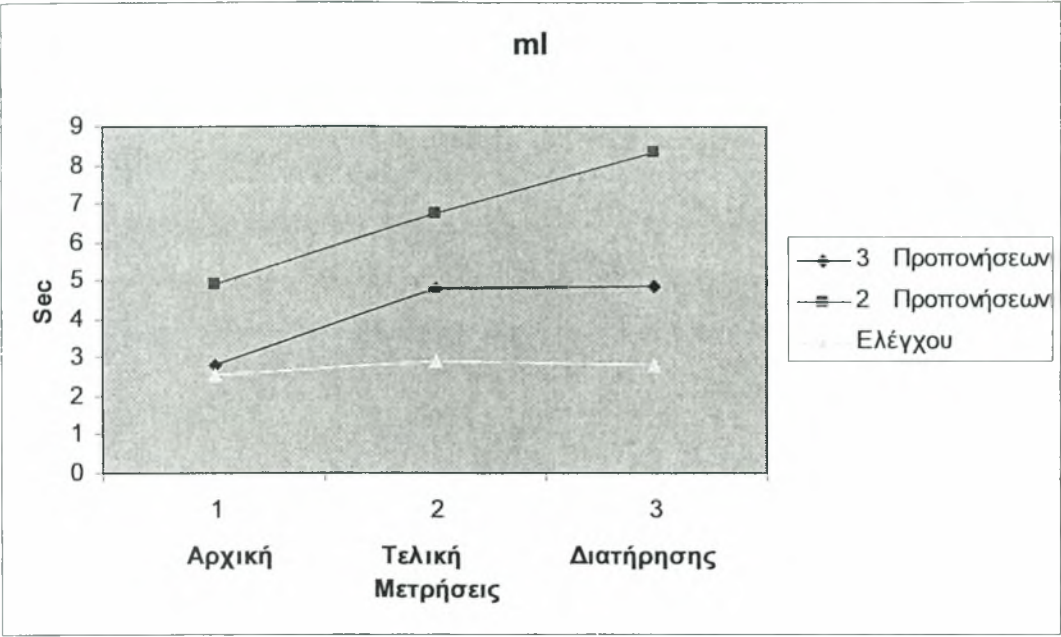
Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων scheffe έγινε για να διερευνηθεί μεταξύ ποιών ομάδων οι διαφορές που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι στατιστικά σημαντικές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “ελέγχου” και της ομάδας “2 προπονήσεων” $p<.05$. Ωστόσο δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων $p>.05$.

Πίνακας 4.10 Μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις ($M\pm SD$), και τιμή F στην τετράγωνη σανίδα μέσα-έξω με το αριστερό άκρο.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	3 ^η μέτρηση
	M \pm SD	M \pm SD	M \pm SD
3 Προπονήσεων	2,8133 \pm 1,23148	5.42 \pm 2,47*	5.81 \pm 3.25*
2 Προπονήσεων	4,85 \pm 4,09	8.15 \pm 5.89*	8,68 \pm 6,30*
Ελέγχου	2,56 \pm 0,81	2,90 \pm 0,71	2,79 \pm 0,66
F	2.16	10.47***	8.35***

* $p<.05$, * $p<.001$, * $p<.01$

Σχήμα 4.3. Γραφική παράσταση μέσων όρων στην τετράγωνη σανίδα μέσα-έξω με το αριστερό άκρο.



Ισορροπία στην τετράγωνη σανίδα μέσα-έξω με το δεξί πόδι

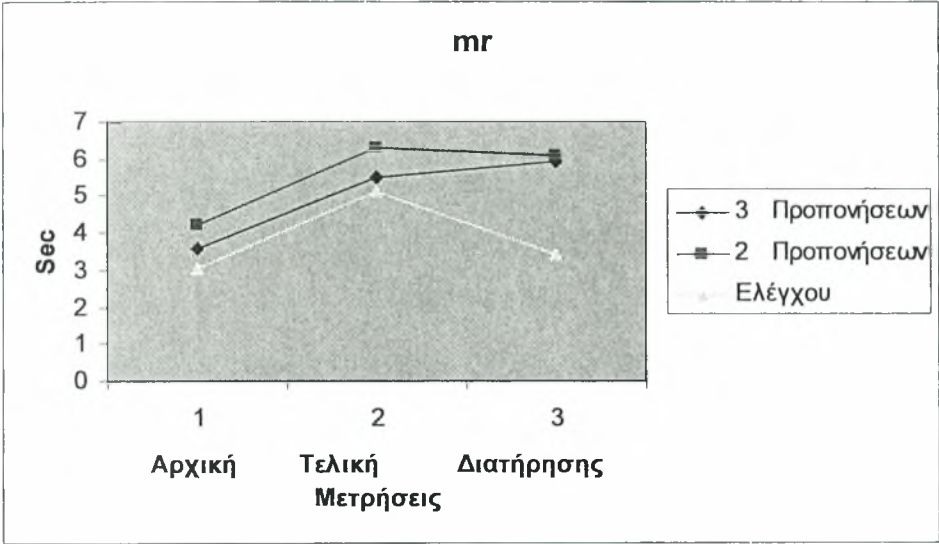
Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(4,82) = 4.85$ $p < .001$. Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(2,82) = 25.35$, $p < .001$, κάτι που σημαίνει ότι η ισορροπία των τριών ομάδων διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,41) = 3.97$, $p < .05$ (Πίνακας 12.1).

Πίνακας 4.11. Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), και τιμή F στην τετράγωνη σανίδα μέσα-έξω με το δεξί άκρο.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	3 ^η μέτρηση
	M±SD	M±SD	M±SD
3 Προπονήσεων	3,58± 2,55	5,94 ± 3,25*	6.89 ± 4, 81*
2 Προπονήσεων	4,21 ± 2,20	6,68 ± 2,64*	6,65 ± 2,39*
Ελέγχου	3,0542 ± 1,18	3.26 ± 1,04	3,39 ± 1,21
F	0.95	10.29***	4.85***

* p<.05, * p<.001, * p<.01

Σχήμα 4.4. Γραφική παράσταση μέσων όρων στην τετράγωνη σανίδα μέσα-έξω με το αριστερό άκρο.



Ισορροπία στην τετράγωνη σανίδα εμπρός-πίσω με το αριστερό άκρο

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(4,82) = 3.45, p<.05$. Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση, $F(2,82) = 21.94, p< .001$, κάτι που σημαίνει ότι η ισορροπία των τριών ομάδων διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος,

διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,41)=7.80$, $p < .001$, συμπεραίνοντας ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων) ως προς την ισορροπία (Πίνακας 10.1).

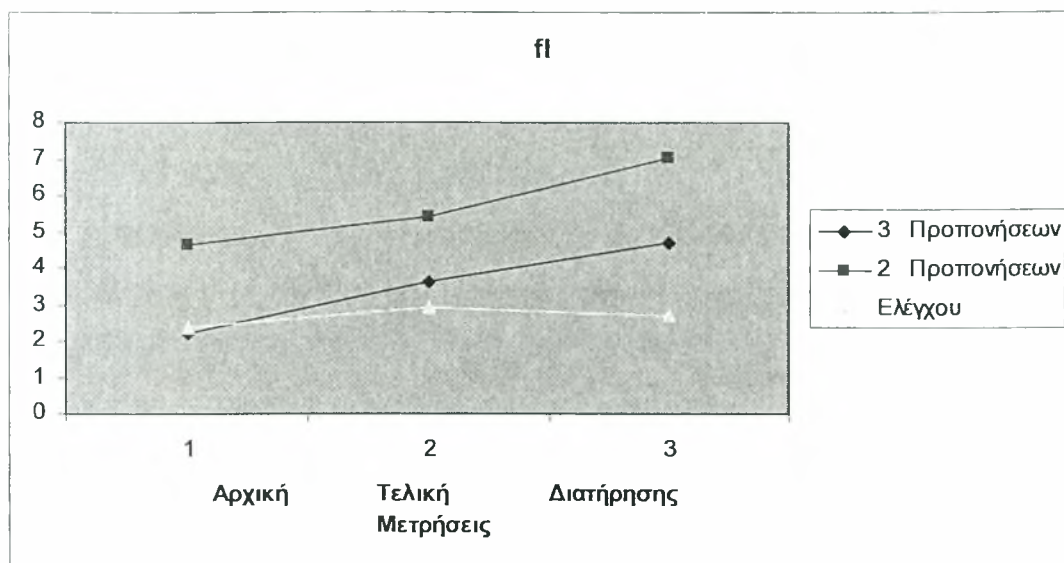
Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων scheffe έγινε, για να διερευνηθεί μεταξύ ποιών ομάδων οι διαφορές που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι στατιστικά σημαντικές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά σε όλες τις ομάδες με $p<.05$. Ωστόσο, δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων $p>.05$.

Πίνακας 4.12. Μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις ($M\pm SD$), και τιμή F στην τετράγωνη σανίδα εμπρός-πίσω με το αριστερό άκρο.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	3 ^η μέτρηση
	$M\pm SD$	$M\pm SD$	$M\pm SD$
3 Προπονήσεων	$2,20 \pm 0,61$	$4.91 \pm 1,89$	$5.60 \pm 4,55$
2 Προπονήσεων	$4,64 \pm 3,66$	7.20 ± 3.80	$7,74 \pm 4,23$
Ελέγχου	$2,35 \pm 0,68$	$2,90 \pm 0,51$	$2,68 \pm 0,64$
F	1.96	7.17***	3.45*

• $p<.05$, * $p<.001$, *** $p<.01$

Σχήμα 4.5. Γραφική παράσταση μέσων όρων στην τετράγωνη σανίδα εμπρός-πίσω με το αριστερό άκρο.



Ισορροπία στην τετράγωνη σανίδα εμπρός-πίσω με το δεξί άκρο

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(4,82) = 3,21, p < .05$. Οι τρεις ομάδες, δηλαδή, δεν παρουσίασαν το ίδιο πρότυπο εξέλιξης από μέτρηση σε μέτρηση όσον αφορά την ισορροπία (τεστ παραλληλισμού). Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(2,82) = 12,392, p < .001$, κάτι που σημαίνει ότι η ισορροπία των τριών ομάδων διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,41) = 4,066, p < .05$, συμπεραίνοντας ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων) ως προς την ισορροπία (Πίνακας 13.1).

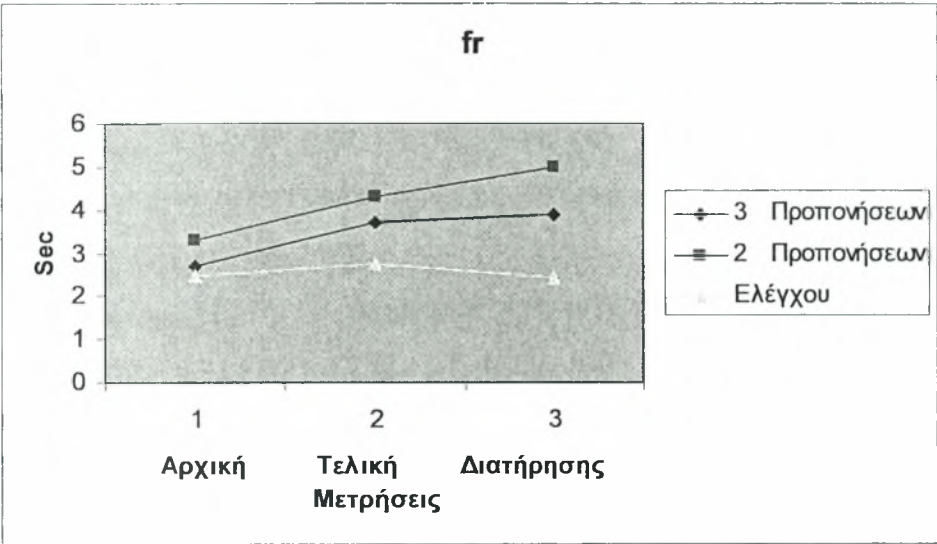
Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων *scheffe* έγινε, για να διερευνηθεί μεταξύ ποιών ομάδων οι διαφορές που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι στατιστικά σημαντικές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “ελέγχου” και της ομάδας “2 προπονήσεων” $p < .05$. Ωστόσο, δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο πειραματικών ομάδων $p > .05$.

Πίνακας 4.13. Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), και τιμή F στην τετράγωνη σανίδα εμπρός-πίσω με το δεξί άκρο.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	3 ^η μέτρηση
	M±SD	M±SD	M±SD
3 Προπονήσεων	2,6883 ± 0,84843	3,7328 ± 2,17884	3,8939 ± 1,62363
2 Προπονήσεων	3,3171 ± 1,45040	4,3200 ± 2,23094	4,9793 ± 2,71064
Ελέγχου	2,4950 ± 0,56315	2,7450 ± 0,73525	2,4108 ± 0,48092
F	2.39	6.45**	3.21*

* p<.05, ** p<.01 , *** p<.001,

Σχήμα 4.6. Γραφική παράσταση μέσων όρων στην τετράγωνη σανίδα εμπρός-πίσω με το δεξί άκρο.



Πίνακας 4.14. Μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F της ισορροπίας μεταξύ τελικών μετρήσεων και διατήρησης ανάμεσα στις 3 ομάδες.

	Τελική Μέτρηση				Διατήρησης	
	Ομάδα “1” M \pm SD	Ομάδα “2” M \pm SD	Ομάδα ελέγχου M \pm SD	Ομάδα “1” M \pm SD	Ομάδα “2” M \pm SD	Ομάδα ελέγχου M \pm SD
Πρόσθια – οπίσθια αριστερό άκρο	3,63 \pm 1,76	5,42 \pm 4,25	2,90 \pm 0,51	4,71 \pm 4,85	7,02 \pm 4,75	2,68 \pm 0,64
Πρόσθια – οπίσθια δεξί άκρο	3,73 \pm 2,17	4,32 \pm 2,23	2,74 \pm 0,73	3,89 \pm 1,62	4,97 \pm 2,71	2,41 \pm 0,48
Έσω – Έξω αριστερό άκρο	4,81 \pm 2,83	6,72 \pm 6,42	2,90 \pm 0,71	4,86 \pm 3,45	8,32 \pm 6,55	2,79 \pm 0,66
Έσω – Έξω δεξί άκρο	5,49 \pm 3,56	6,32 \pm 2,94	5,14 \pm 3,06	5,95 \pm 4,98	6,08 \pm 2,77	3,39 \pm 1,21
Κυκλική κίνηση αριστερό άκρο	2,87 \pm 1,22	3,65 \pm 2,40	2,88 \pm 1,33	3,29 \pm 1,30	4,19 \pm 2,35	2,97 \pm 1,20
Κυκλική κίνηση δεξί άκρο	2,89 \pm 1,10	4,14 \pm 1,80	2,50 \pm 0,7	3,50 \pm 1,21	4,49 \pm 2,01	2,91 \pm 0,44

* p<.05 ** p<.01 ***p<.001

Αξιολόγηση της ευκαμψίας

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA, 3x3) ως προς δύο παράγοντες, εκ των οποίων μόνο ο ένας ήταν επαναλαμβανόμενος, με εξαρτημένη μεταβλητή την «ευκαμψία», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» («ομάδα 3 προπονήσεων», «ομάδα 2 προπονήσεων», «ομάδα ελέγχου») και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση», που αντιστοιχούσε στις τρεις αξιολογήσεις που έγιναν στις τρεις διαφορετικές χρονικές στιγμές («Αρχική μέτρηση»,

πριν την έναρξη του προγράμματος άσκησης, «Τελική μέτρηση», μετά την ολοκλήρωση του παρεμβατικού προγράμματος άσκησης και «Διατήρησης» 4 εβδομάδες μετά την ολοκλήρωση του παρεμβατικού προγράμματος άσκησης).

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

- α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά την ευκαμψία (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων όσον αφορά την ευκαμψία (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και
- γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς την ευκαμψία από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση») (1^{η} μηδενική υπόθεση).

α) Μέτρηση κάμψης ισχίου ενεργητικά

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(4,82) = 4.22$, $p < .01$. Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(2,82) = 27.85$, $p < .001$, κάτι που σημαίνει ότι η συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο των τριών ομάδων διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,41) = 5.76$, $p < .01$, συμπεραίνοντας ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων) (Πίνακας 4.6).

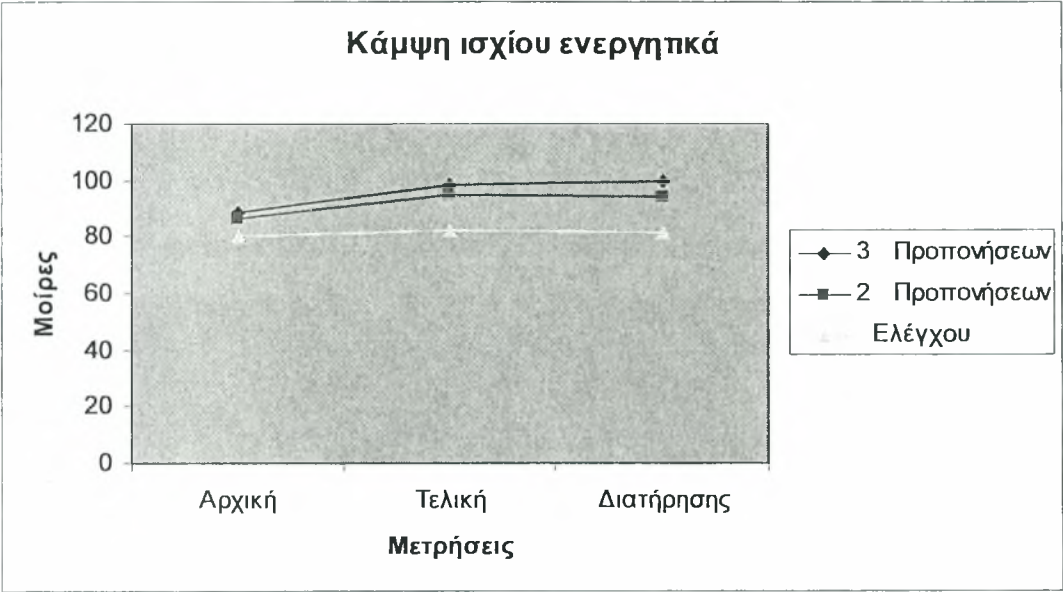
Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων scheffe έγινε, για να διερευνηθεί μεταξύ ποιών ομάδων οι διαφορές που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι στατιστικά σημαντικές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “3 προπονήσεων” και της “ομάδας ελέγχου” $p < .01$. Ωστόσο, δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων $p > .05$.

4.15. Μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), και τιμή F στην κάμψη ισχίου ενεργητικά.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	3 ^η μέτρηση
	M \pm SD	M \pm SD	M \pm SD
3 Προπονήσεων	88.44 \pm 10.83	98.61 \pm 16.18	99,89 \pm 14,79
2 Προπονήσεων	86.86 \pm 12.11	95.21 \pm 9.89	94,29 \pm 9,78
Ελέγχου	80.00 \pm 10.22	82.08 \pm 10.54	81,67 \pm 11,55
F	2.207	4.989*	4.22**

* $p < .05$

Σχήμα 4.7. Γραφική παράσταση των μέσων όρων στην κάμψη ισχίου ενεργητικά.



β) Μέτρηση κάμψης ισχίου παθητικά

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(4,82) = 21.30$, $p < .001$. Δηλαδή οι τρεις ομάδες δεν παρουσίασαν το ίδιο πρότυπο εξέλιξης από μέτρηση σε μέτρηση όσον αφορά στην κάμψη του ισχίου (τεστ παραλληλισμού). Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση, $F(2,82) = 100.82$, $p < .001$, κάτι που σημαίνει ότι η συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο των τριών ομάδων διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών μετρήσεων (τεστ

της οριζοντιότητας). Τέλος, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,41) = 9.314, p < .001$ (Πίνακας 4.7).

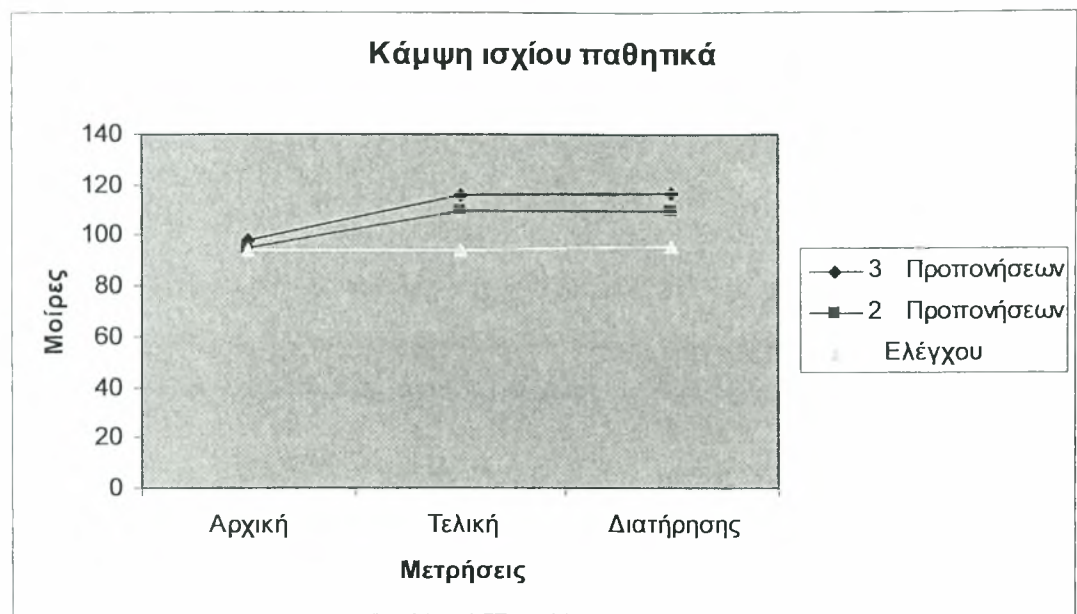
Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων scheffe έγινε, για να διερευνηθεί μεταξύ ποιών ομάδων οι διαφορές που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι στατιστικά σημαντικές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “3 προπονήσεων” και της “ ομάδας ελέγχου” $p<.001$ και μεταξύ των πειραματικών ομάδων με $p<.05$. Ωστόσο, δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “ελέγχου” και της ομάδας των 2 προπονήσεων με $p>.05$.

Πίνακας 4.16. Μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις ($M\pm SD$), και τιμή F στην κάμψη ισχίου παθητικά.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	3 ^η μέτρηση
	M \pm SD	M \pm SD	M \pm SD
3 Προπονήσεων	98.06 \pm 8.60	115,78 \pm 11.69	116,78 \pm 13,65
2 Προπονήσεων	94.64 \pm 8.87	109.86 \pm 12.37	109,36 \pm 12,80
Ελέγχου	94.17 \pm 5.15	94.17 \pm 6.33	95,83 \pm 5,15
F	1.130	43.88***	21.30***

* $p<.05$ ** $p<.01$ *** $p<.001$

Σχήμα 4.8.Γραφική παράσταση των μέσων όρων στην κάμψη ισχίου παθητικά.



γ) Μέτρηση έκτασης ισχίου

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(4,82) = 7.24, p<.001$. Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(2,82) = 22.215, p<.001$. Τέλος, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,41) = 5.238, p<.01$ (Πίνακας 4.8)

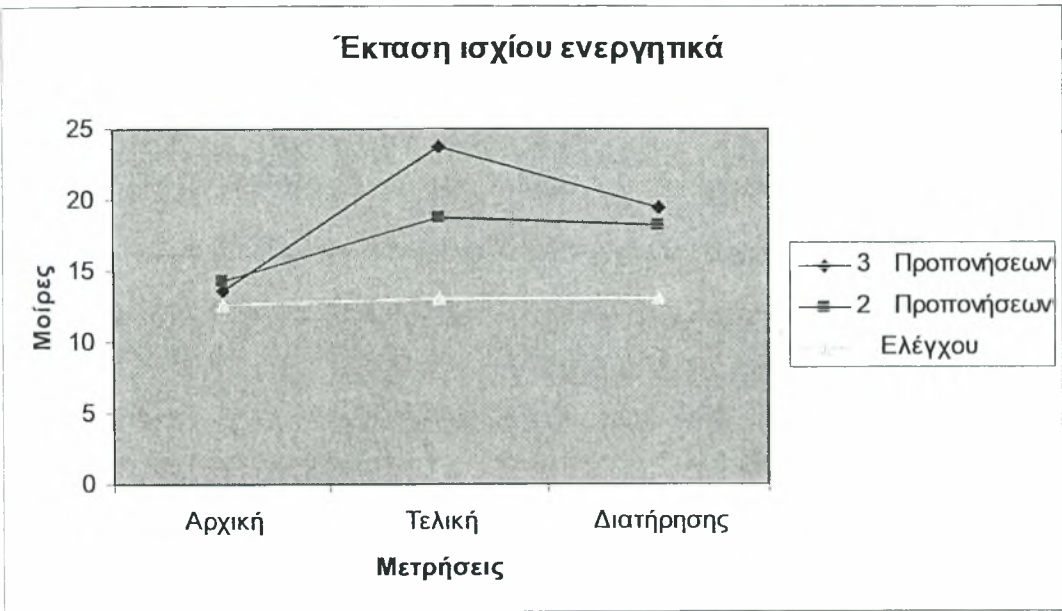
Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων scheffe έγινε, για να διερευνηθεί μεταξύ ποιών ομάδων οι διαφορές που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι στατιστικά σημαντικές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “3 προπονήσεων” και της “ομάδας ελέγχου” με $p<.01$. Ωστόσο, δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων ούτε μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της ομάδας 2 προπονήσεων με $p>.05$.

Πίνακας 4.17. Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), και τιμή F στην έκταση ισχίου ενεργητικά.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	3 ^η μέτρηση
	M±SD	M±SD	M±SD
3 Προπονήσεων	13.56 ± 3.63	23.72 ± 10,04	19,39 ± 7,28
2 Προπονήσεων	14.29 ± 4,45	18.79 ± 4.56	18,21 ± 4,84
Ελέγχου	12.67 ± 3,40	13.08 ± 3,50	13,08 ± 3,50
F	0.575	12.48***	7.24***

* p<.05 ** p<.01 ***p<.001

Σχήμα 4.9.Γραφική παράσταση των μέσων όρων στην έκταση ισχίου ενεργητικά.



δ) Μέτρηση κάμψης γόνατος ενεργητικά

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(4,82) = 14.132$, $p<.001$. Διαπιστώθηκε, όμως, στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(2,82) = 94.45$, $p<.001$, κάτι που σημαίνει ότι η συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο των τριών ομάδων διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική

κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,41) = 13.93$, $p<.001$, συμπεραίνοντας ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων) (Πίνακας 4.9).

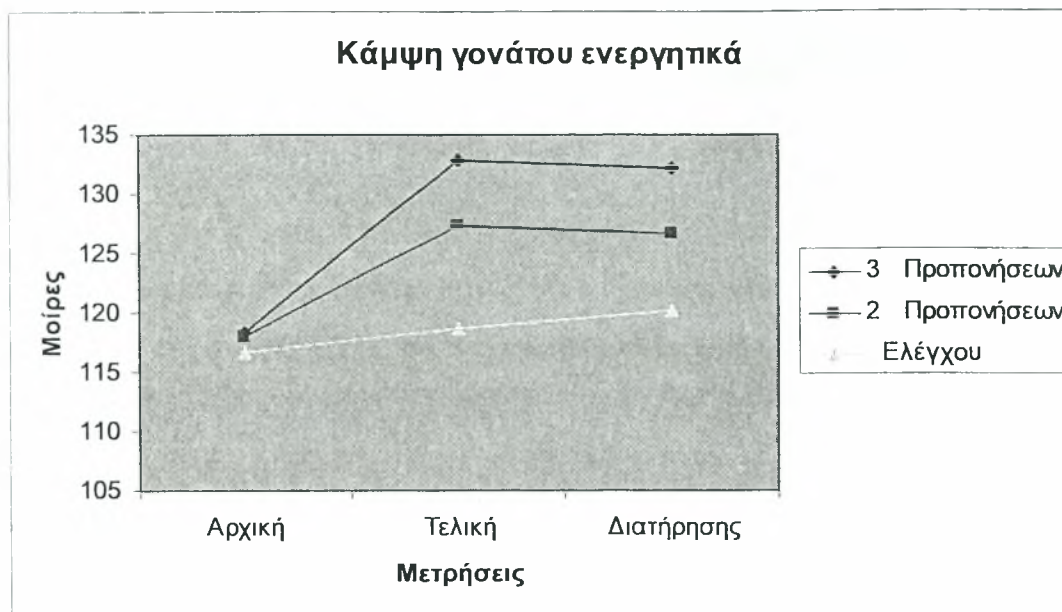
Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων scheffe έγινε, για να διερευνηθεί μεταξύ ποιών ομάδων οι διαφορές που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι στατιστικά σημαντικές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “3 προπονήσεων” και της “ ομάδας ελέγχου” $p<.001$ και μεταξύ των 2 πειραματικών ομάδων με $p<.05$. Ωστόσο, δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “ελέγχου” και της ομάδας των “2 προπονήσεων» με $p>.05$.

Πίνακας 4.18. Μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις ($M\pm SD$), και τιμή F στην κάμψη γονάτου ενεργητικά.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	3 ^η μέτρηση
	M \pm SD	M \pm SD	M \pm SD
3 Προπονήσεων	118.33 \pm 4.50	132.89 \pm 6,44	132,17 \pm 9,27
2 Προπονήσεων	118.00 \pm 3.90	127.29 \pm 4.93	126,71 \pm 5,47
Ελέγχου	116.67 \pm 2.46	118.75 \pm 2.92	120,25 \pm 4,35
F	0.913	31.123***	14.132***

* $p<.05$ ** $p<.01$ *** $p<.001$

Σχήμα 4.9.1.Γραφική παράσταση των μέσων όρων στην κάμψη γονάτου ενεργητικά.



ε) Μέτρηση κάμψης γόνατος παθητικά

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(4,82) = 17.18$, $p < .001$. Δηλαδή οι τρεις ομάδες δεν παρουσίασαν το ίδιο πρότυπο εξέλιξης από μέτρηση σε μέτρηση όσον αφορά στην κάμψη του γονάτου (τεστ παραλληλισμού). Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(2,82) = 131.56$, $p < .001$, κάτι που σημαίνει ότι η συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο των τριών ομάδων διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,41) = 4.907$, $p < .05$ (Πίνακας 4.10).

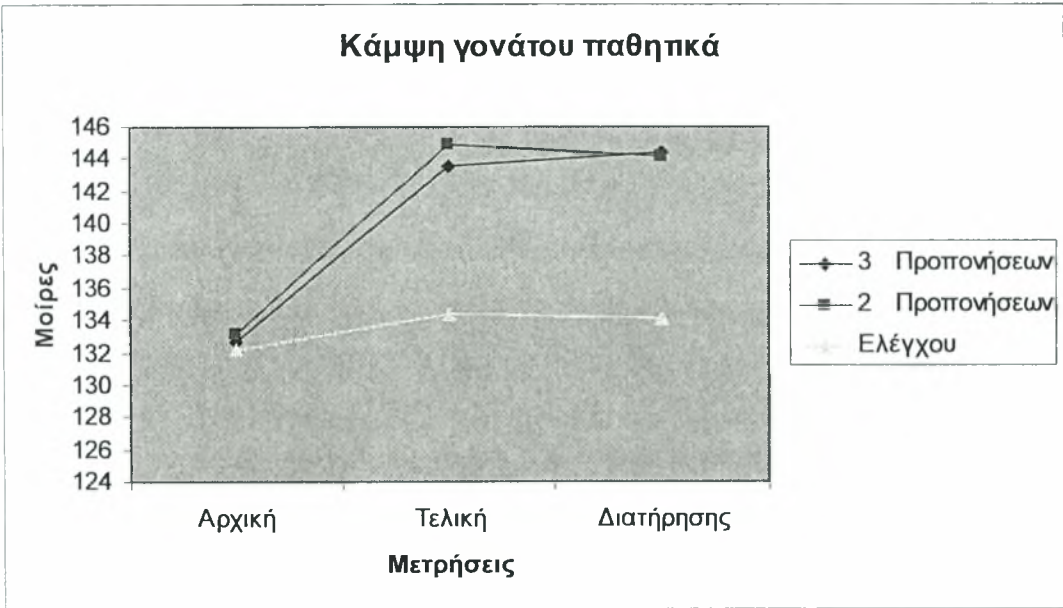
Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων scheffe έγινε, για να διερευνηθεί μεταξύ ποιών ομάδων οι διαφορές που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι στατιστικά σημαντικές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “3 προπονήσεων” και της “ομάδας ελέγχου” $p < .05$ και μεταξύ των 2 πειραματικών ομάδων με $p < .05$. Ωστόσο, δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “ελέγχου” και της ομάδας των 2 προπονήσεων με $p > .05$.

Πίνακας 4.19. Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), και τιμή F στην κάμψη γονάτου παθητικά.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	3 ^η μέτρηση
	M±SD	M±SD	M±SD
3 Προπονήσεων	132,67 ± 7,68	143.50 ± 6.78	144,39 ± 7,40
2 Προπονήσεων	133.21 ± 6.71	144.86 ± 4.81	144,14 ± 4,504
Ελέγχου	132.17 ± 7.75	134.33 ± 8.17	134,17 ± 6,92
F	0.407	24.22***	17.18***

* p<.05 ** p<.01 ***p<.001

Σχήμα 4.9.2.Γραφική παράσταση των μέσων όρων στην κάμψη γονάτου παθητικά.



στ) Μέτρηση αίσθησης θέσης γονάτου.

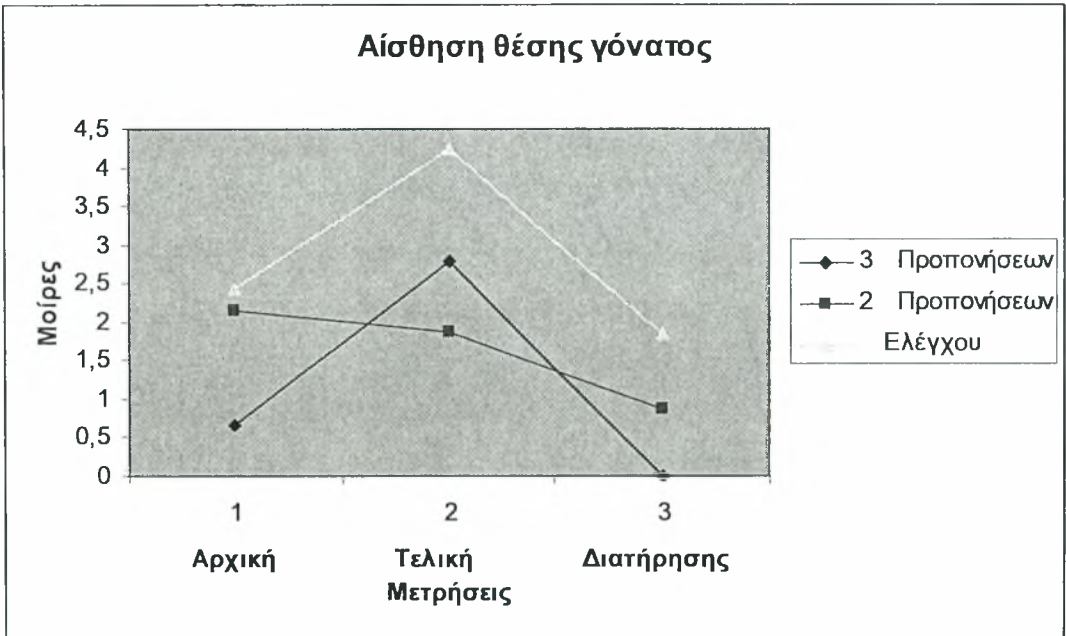
Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(4,82) = 0,196, p>.05$. Επίσης, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(2,82) = 1,341, p>.05$. Τέλος, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,41) = 0,921, p>.05$ (Πίνακας 4.11).

Πίνακας 4.20. Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), και τιμή F μέτρησης αίσθησης θέσης γονάτου.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	3 ^η μέτρηση
	M±SD	M±SD	M±SD
3 Προπονήσεων	0,67 ± 5,871	2,78 ± 7,440	0,00 ± 4,339
2 Προπονήσεων	2,14 ± 6,455	1,86 ± 3,592	0,86 ± 4,276
Ελέγχου	2,42 ± 4,963	4,25 ± 8,346	1,83 ± 5,875
F	0.407	0,304	0,196

* p<.05 ** p<.01 ***p<.001

Σχήμα 4.9.3. Γραφική παράσταση των μέσων όρων για την αίσθηση θέσης γόνατος.



Πίνακας 4.21. Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), και τιμή F της ευκαμψίας μεταξύ τελικών μετρήσεων και διατήρησης για τις τρεις ομάδες.

	Τελική Μέτρηση			Διατήρησης		
	Ομάδα	Ομάδα	Ομάδα	Ομάδα	Ομάδα	Ομάδα
	‘1’	‘2’	ελέγχου	‘1’	‘2’	ελέγχου
	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD
Κάμψη ισχίου ενεργητικά	98,61±16,18	95,21± 9,89	82,08±10,54	99,89±14,79	94,29±9,78	81,67±11,55
Κάμψη ισχίου παθητικά	115,78±11,69	109,86±12,37	94,17±6,33	116,78±13,65	109,36±12,80	95,83±5,15
Έκταση ισχίου	23,72±10,04	18,79±4,56	13,08±3,50	19,39±7,28	18,21±4,84	13,08±3,50
Κάμψη γόνατος ενεργητικά	132,89±6,44	127,29±4,93	118,75±2,92	132,17±9,27	126,71±5,47	120,25±4,35
Κάμψη γόνατος παθητικά	143,50±6,78	144,86±4,81	134,33±8,17	144,39±7,40	144,14±4,50	134,17±6,92
Αίσθηση θέσης	2,78±7,44	1,86±3,59	4,25±8,34	0,00±4,33	0,86±4,27	1,83±5,87

* p<.05 ** p<.01 ***p<.001

Πίνακας 4.22. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις για την ευκαμψία σε όλες τις φάσεις των μετρήσεων και για τις τρεις ομάδες.

	Αρχική Μέτρηση			Τελική Μέτρηση			Μέτρηση Διατήρησης		
	Ομάδα 1	Ομάδα 2	Ομάδα ελέγχου	Ομάδα 1	Ομάδα 2	Ομάδα ελέγχου	Ομάδα 1	Ομάδα 2	Ομάδα ελέγχου
Κάμψη ισχίου ενεργητικά	88.44 ± 10.83	86.86 ± 12.11	80.00 ± 10.22	98.61±16,18	95,21± 9,89	82,08±10,54	99,89±14,79	94,29±9,78	81,67±11,55
Κάμψη ισχίου παθητικά	98.06 ± 8.60	94.64 ± 8.87	94.17 ± 5.15	115,78±11,69	109,86±12,37	94,17±6,33	116,78±13,65	109,36±12,80	95,83±5,15
Έκταση ισχίου	13.56 ± 3.63	14.29 ± 4,45	12.67 ± 3,40	23,72±10,04	18,79±4,56	13,08±3,50	19,39±7,28	18,21±4,84	13,08±3,50
Κάμψη γόνατος ενεργητικά	118.33 ± 4.50	118.00 ± 3.90	116.67 ± 2.46	132,89±6,44	127,29±4,93	118,75±2,92	132,17±9,27	126,71±5,47	120,25±4,35
Κάμψη γόνατος παθητικά	132,67 ± 7,68	133,21 ± 6,71	132,17 ± 7,75	143,50±6,78	144,86±4,81	134,33±8,17	144,39±7,40	144,14±4,50	134,17±6,92
Δίοθηση θέσης	0,67 ± 5,87	2,14 ± 6,45	2,42 ± 4,96	2,78±7,44	1,86±3,59	4,25±8,34	0,00±4,33	0,86±4,27	1,83±5,87

* p<.05 ** p<.01 *** p<.001

Πίνακας 4.23. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις για την ευκαμνία σε όλες τις φάσεις των μετρήσεων και για τις τρεις ομάδες.

	Αρχική Μέτρηση			Τελική Μέτρηση			Μέτρηση Διατήρησης		
	Ομάδα 1	Ομάδα 2	Ομάδα ελέγχου	Ομάδα 1	Ομάδα 2	Ομάδα ελέγχου	Ομάδα 1	Ομάδα 2	Ομάδα ελέγχου
Πρόσθια – οπίσθια αριστερό άκρο	M ± SD 2,20 ± 0,61	M ± SD 2,64 ± 3,66	M ±SD 2,35 ± 3,66	M ± SD 3,63±1,76	M ±SD 5,42± 4,25	M ± SD 2,90±0,51	M ± SD 4,71±4,85	M ± SD 7,02±4,75	M ± SD 2,68±0,64
Πρόσθια – οπίσθια δεξί άκρο	M ± SD 2,68 ± 0,84	M ± SD 3,31 ± 1,45	M ±SD 2,42 ± 0,56	M ± SD 3,73±2,17	M ±SD 4,32±2,23	M ± SD 2,74±0,73	M ± SD 3,89±1,62	M ± SD 4,97±2,71	M ± SD 2,41±0,48
Έσω – έξω αριστερό άκρο	M ± SD 2,81 ± 1,23	M ± SD 2,92 ± 4,07	M ±SD 2,56 ± 0,81	M ± SD 4,81±2,83	M ±SD 6,72±6,42	M ± SD 2,90±0,71	M ± SD 4,86±3,45	M ± SD 8,32±6,55	M ± SD 2,79±0,66
Έσω – έξω δεξί άκρο	M ± SD 3,58 ± 2,55	M ± SD 4,21 ± 2,20	M ±SD 3,05 ± 1,18	M ± SD 5,49±3,56	M ±SD 6,32±2,94	M ± SD 5,14±3,06	M ± SD 5,95±4,98	M ± SD 6,08±2,77	M ± SD 3,39±1,21
Κυκλική κίνηση αριστερό άκρο	M ± SD 2,35 ± 0,92	M ± SD 2,82 ± 1,14	M ±SD 2,61 ± 1,02	M ± SD 2,87±1,22	M ±SD 3,65±2,40	M ± SD 2,88±1,33	M ± SD 3,29±1,30	M ± SD 4,19±2,35	M ± SD 2,97±1,20
Κυκλική κίνηση δεξί	M ± SD 2,60 ± 0,79	M ± SD 3,22 ± 1,49	M ±SD 2,73 ± 1,28	M ± SD 2,89±1,10	M ±SD 4,14±1,80	M ± SD 2,50±0,7	M ± SD 3,50±1,21	M ± SD 4,49±2,01	M ± SD 2,91±0,44

V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι η επίδραση του δονητικού ερεθίσματος εξαρτάται από τη συχνότητα που εφαρμόζεται, ενώ οι χαμηλής συχνότητας δονήσεις μεταδίδονται μέσω της κινητικής αλυσίδας στις κεντρικές μυϊκές ομάδες τις οποίες και ενεργοποιεί. Σύμφωνα με τους Cardinale και Lim (2003) το δονητικό ερέθισμα συχνότητας 40-50Hz ίσως είναι το βέλτιστο για το συνδυασμό δυο διαφορετικών στόχων : α) για τη μετάδοση των δονήσεων, και β) για τη μυϊκή ενεργοποίηση πριν και κατά τη διάρκεια της εκούσιας σύσπασης. Η βελτίωση της απόδοσης, της ευκαμψίας και της ισορροπίας που παρατηρείται, όταν η συχνότητα του δονητικού ερεθίσματος είναι χαμηλή μπορεί να οφείλεται σε πολλούς παράγοντες. Βασικά, είναι πολύ πιθανό μια χαμηλή συχνότητα δονήσεων να μην είναι ικανή να προκαλέσει μυϊκό κάματο και να ενεργοποιήσει σε μικρό βαθμό το τονικό δονητικό αντανακλαστικό (TVR). (Cardinale & Lim, 2003).

Αντίθετα, υψηλής συχνότητας δονήσεις προκαλούν αυξημένη ενεργοποίηση του αντανακλαστικού καθώς και αύξηση της νευρομυϊκής διέγερσης, σε τέτοιο βαθμό που οι μύες δεν είναι σε θέση να αντεπεξέλθουν λόγω της μυϊκής κόπωσης (Cardinale & Lim, 2003).

Η προπόνηση βιομηχανικής διέγερσης λειτουργεί μέσω δονήσεων, ώστε το σώμα να ενεργοποιεί υποσυνείδητα τους μυς για να παραμείνει σε ισορροπία πάρα τις δονήσεις στους μυς και τους τένοντες. Μέσω της δόνησης εκδηλώνεται το τονικό αντανακλαστικό το οποίο ερεθίζει τις μυϊκές ίνες των μυϊκών ατράκτων με αποτέλεσμα να δημιουργείται σύσπαση στο μυ η οποία αυξάνει το μυϊκό τόνο και το δυναμικό δύναμης του μυός. Η παραμόρφωση των μαλακών ιστών που προκαλείται από τις δονήσεις είναι ικανή να ενεργοποιήσει τις μυϊκές ατράκτους και τον κύκλο διάτασης – βράχυνσης (Darryl et al., 2005; Rittweger et al., 2003).

Η προπόνηση δονήσεων έχει αναλγητικές επιδράσεις τόσο κατά τη διάρκεια όσο και μετά την απευθείας εφαρμογή του ερεθίσματος στους μυς ή τους τένοντες (Lo et al., 2000). Επιπλέον, οι μυϊκές δονήσεις αυξάνουν την τοπική αιματική ροή, που έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των καρδιακών παλμών. Η επίδραση αυτή οδηγεί σε αύξηση της ελαστικότητας των μυών και

σε περαιτέρω βελτίωση της ευκαμψίας. Από την άποψη της νευροφυσιολογίας οι επιδράσεις της προπόνησης με δονήσεις, που παρατηρούνται κατά την εκτέλεση διατάσεων, οφείλονται στον ερεθισμό των τενόντιων οργάνων του Golgi. Αντίθετα με τις μυϊκές ατράκτους, η διέγερση των σωματιδίων αυτών έχει σαν αποτέλεσμα την αναστολή της σύσπασης και οδηγεί στην χαλάρωση των μυών. Αυτήν τη μυϊκή χαλάρωση έχει σαν στόχο η προπόνηση με δονήσεις, όταν γίνεται σε συνδυασμό με διατατικές ασκήσεις (Stewart et al., 2007; McArdlen et al. 2000 ; Lo et al. 2000).

Κατά την εκτέλεση ασκήσεων, οι οποίες στοχεύουν στη βελτίωση της ευκαμψίας, η ελαστικότητα που αποκτά ο μυς δεν επιδρά στο μήκος του ή στη στιγμιαία σύσπασή του σαν ανταπόκριση στη διάταση. Η αύξηση της ευκαμψίας οφείλεται στην αύξηση της ανεκτικότητας του μυός στην εκτελούμενη διάταση (Cochrane et al., 2005), κάτι το οποίο ίσως να συμβαίνει έπειτα από προπόνηση με δονήσεις. Η ελαστικότητα του μυός αλλάζει μόνο μετά από τη σχετική προθέρμανση, η οποία έχει σαν αποτέλεσμα την αυξημένη αιματική ροή των μυών (Winter, 1990 & Hollins et al., 1996 & Lephart et al., 2000 & Abercromby et al., 2007).

Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται από τα αποτελέσματα σχετικής έρευνας του Ribot-Ciscar και συνεργατών (1998). Έπειτα από την εφαρμογή δονήσεων στους τένοντες, συχνότητας 80Hz και διάρκειας 30 δευτερολέπτων, προκύπτει αυξημένη νευρική ενεργοποίηση και όχι αλλαγές στα συστατικά στοιχεία του μυός. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι η αύξηση της ανεκτικότητας των μυών στη διάταση, δεν έχει θετικές επιδράσεις στην αποφυγή τραυματισμών (Pope et al., 2000), ενώ μια σωστή προθέρμανση, η οποία δε θα περιλαμβάνει έκκεντρες συστολές, έχει καλύτερα αποτελέσματα (Lebedev, 1991 & Rees et al., 2008). Τέλος, η προπόνηση με δονήσεις που στοχεύει στην αύξηση του εύρους κίνησης, αφορά αθλητές των οποίων τα αθλήματα απαιτούν μεγάλη ευκαμψία, όπως είναι οι γυμναστές (Lebedev, 1991).

Τα ερευνητικά δεδομένα δείχνουν ότι ύστερα από μια συνεδρία με μηχανικές δονήσεις ενεργοποιείται το νευρικό σύστημα. Η προκαλούμενη δόνηση δρα τόσο στους περιφερικούς κινητικούς νευρώνες μέσω της ενεργοποίησης του μυοτατικού αντανακλαστικού όσο και στους κεντρικούς

κινητικούς νευρώνες και το εξωπυραμιδικό σύστημα μέσω νευρικών οδών που ερευνώνται. Η άμεση επίδραση στο καρδιαγγειακό σύστημα εκφράζεται με μικρή αύξηση της καρδιακής συχνότητας και της συστολικής πίεσης (Τοκμακίδης & Καρακύνριου, 2006; Kinser et al., 2008).

Όσον αφορά τις διακυμάνσεις ορισμένων ορμονών, η προπόνηση με δονήσεις προκαλεί αύξηση των επιπέδων των αυξητικών ορμονών και μείωση των επιπέδων της κορτιζόλης. Υπάρχουν ενδείξεις σύμφωνα με τις οποίες ένα μακροχρόνιο πρόγραμμα δόνησης μπορεί να επιδράσει στο μεταβολισμό του οστού και να προκαλέσει αύξηση της οστικής πυκνότητας (Τοκμακίδης & Καρακύνριου, 2006; Abercromby et al., 2007).

Υπάρχουν στοιχεία από τα οποία προκύπτει ότι μια αύξηση της συχνότητας των δονήσεων, μπορεί να προκαλέσει μια ανάλογη αύξηση της μυϊκής τάσης (Moffroid, 1970; Abercromby et al., 2007). Έτσι, όταν το δονητικό ερέθισμα είναι μεγάλης συχνότητας απορροφάται από τα μαλακά μόρια του μυός, ενώ η δόνηση χαμηλής συχνότητας μεταδίδεται μέσω των ιστών του σώματος (Rittweger et al., 2000).

Α΄ Πειραματική Φάση

Αξιολόγηση της ισορροπίας.

Πριν την έναρξη του προγράμματος πραγματοποιήθηκε μέτρηση όλων των προγραμματισμένων τεστ ισορροπίας καθώς και η προγραμματισμένη γωνιομέτρηση με σκοπό την καταγραφή των αποτελεσμάτων της κάθε ασκούμενης πριν την έναρξη του προγράμματος. Η αξιολόγηση της ισορροπίας έγινε με τη χρήση των σανίδων ισορροπίας καταγράφοντας το χρόνο διατήρησης της ισορροπίας σε αυτές. Η εκτέλεση πραγματοποιήθηκε με το ένα άκρο στήριξης, αριστερό στην αρχή και δεξί στην συνέχεια.

Αντίστοιχος εξοπλισμός, όπως οι σανίδες ισορροπίας, έχουν χρησιμοποιηθεί από ερευνητές για την αξιολόγηση της ικανότητας ισορροπίας, τόσο υγιών ατόμων όσο και τραυματιών. Τις σανίδες ισορροπίας επέλεξαν να χρησιμοποιήσουν οι Mattacola και Lloyd (1997), προκειμένου να αξιολογήσουν τις επιδράσεις που είχε η εφαρμογή παρεμβατικού προγράμματος άσκησης. Για τις αξιολογήσεις τους χρησιμοποιήθηκαν τα ίδια τεστ με της παρούσας έρευνας. Συγκεκριμένα, έγινε καταγραφή του χρόνου

διατήρησης της ισορροπίας κατά την κίνηση της σανίδας α) πρόσθια-οπίσθια, β) έσω-έξω πλάγια, γ) συνολικά, κατά την εκτέλεση με το ένα άκρο στήριξης.

Αξιολόγηση της ευκαμψίας

Η αύξηση της ευκαμψίας οφείλεται στην αύξηση της ανεκτικότητας του μυός στην εκτελούμενη διάταση (Rittweger et al., 2000), κάτι το οποίο ίσως να συμβαίνει έπειτα από προπόνηση με δονήσεις. Η ελαστικότητα του μυός αλλάζει μόνο μετά από τη σχετική προθέρμανση, η οποία έχει σαν αποτέλεσμα την αυξημένη αιματική ροή των μυών (Rittweger et al., 2000; Stewart et al., 2007).

Στην παρούσα έρευνα η καταγραφή των αποτελεσμάτων για την αξιολόγηση των ασκουμένων έγινε σε μοίρες, όπου διαπιστώθηκαν σημαντικές αλλαγές στην βελτίωση της ευκαμψίας από την αρχή του προγράμματος σε σημαντικό ποσοστό έπειτα από την ολοκλήρωση των συνεδριών με το μηχάνημα δόνησης. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται από τα αποτελέσματα σχετικής έρευνας του Bosco και συνεργατών (1992). Έπειτα από την εφαρμογή δονήσεων στους τένοντες, συχνότητας 80Hz και διάρκειας 30 δευτερολέπτων, προκύπτει από τα αποτελέσματα αυξημένη νευρική ενεργοποίηση και όχι αλλαγές στα συστατικά στοιχεία του μυός. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι η αύξηση της ανεκτικότητας των μυών στη διάταση, δεν έχει θετικές επιδράσεις στην αποφυγή τραυματισμών, ενώ μια σωστή προθέρμανση, η οποία δε θα περιλαμβάνει έκκεντρες συστολές, έχει καλύτερα αποτελέσματα (Torvinen et al., 2002; Cochrane 2005).

Τέλος, η προπόνηση με δονήσεις που στοχεύει στην αύξηση του εύρους κίνησης, αφορά αθλητές των οποίων τα αθλήματα απαιτούν μεγάλη ευκαμψία, όπως είναι οι γυμναστές (Bosco, 1992).

Σύμφωνα, λοιπόν, με τις βιβλιογραφικές αναφορές και βάσει των συγκρίσεων που έγιναν μεταξύ μη αθλητών (Bosco, 1992; Torvinen et al., 2002; Rittweger et al., 2000) διαπιστώθηκε ότι η προπόνηση βιομηχανικής διέγερσης επιφέρει μια βελτίωση της μυϊκής ισορροπίας και της ευκαμψίας των κάτω άκρων.

Γ' Πειραματική φάση

Σκοπός της παρούσας καταγραφής της κατάστασης των ασκουμένων απο την υλοποίηση των τεστ ήταν να διαπιστωθούν στο τέλος του προγράμματος καθώς και στην περίοδο διατήρησης οι μεταβολές που θα υπάρξουν.

Η παρούσα έρευνα περιελάμβανε μια σειρά αξιολογήσεων που πραγματοποιήθηκαν σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές, προκειμένου να αξιολογηθεί η επίδραση που θα είχε η εφαρμογή ενός προγράμματος εξειδικευμένων ασκήσεων δόνησης στην ισορροπία και την ευκαμψία.

Τελική αξιολόγηση μετά την ολοκλήρωση των 12 συνεδριών (μετά από 2 μήνες εφαρμογής του προγράμματος).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας σε όλα τα τεστ που εφαρμόστηκαν κατεγράφησαν σημαντικές βελτιώσεις στην ικανότητα της ισορροπίας και της ευκαμψίας σε σύγκριση με τις αρχικές τιμές των ασκουμένων. Δηλαδή, οι ασκούμενες που αποτέλεσαν τις δυο πειραματικές ομάδες και συμμετείχαν στα προγράμματα άσκησης της ισορροπίας και της ευκαμψίας, όταν αξιολογήθηκαν με το ένα άκρο στήριξης, βρέθηκε ότι βελτίωσαν σημαντικά την ικανότητα της ισορροπίας, αλλά και της ευκαμψίας. Οι βελτιώσεις αυτές διαπιστώθηκαν από τα τεστ που εφαρμόστηκαν τόσο στις σανίδες ισορροπίας όσο και με το γωνιόμετρο.

Σημαντικές, όμως, αλλά λιγότερο εντυπωσιακές ήταν και οι βελτιώσεις που παρατηρήθηκαν στην ευκαμψία με τη χρήση του γωνιόμετρου τόσο στο κυρίαρχο όσο και στο μη κυρίαρχο άκρο στήριξης.

Για την αξιολόγηση του δείγματος της παρούσας έρευνας, πραγματοποιήθηκαν δοκιμασίες σε σανίδες ισορροπίας και με τη χρήση γωνιομέτρου. Αντίστοιχες αναφορές υπάρχουν στη βιβλιογραφία, όπου η αξιολόγηση των παρεμβατικών προγραμμάτων ισορροπίας πραγματοποιείται σε σανίδες ισορροπίας και με γωνιόμετρα. Στην παρούσα έρευνα σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις στην ικανότητα της ισορροπίας: 1) στο χρόνο ισορροπίας στη σανίδα κατά την κίνησή της στο οβελιαίο επίπεδο, 2) στο χρόνο ισορροπίας στη σανίδα κατά την κίνησή της στο μετωπιαίο επίπεδο και 3) στο συνολικό χρόνο ισορροπίας στη σανίδα, όταν αυτή πραγματοποιούσε κίνηση προς όλες τις κατευθύνσεις.

Μετά την εφαρμογή των 12 προπονητικών μονάδων, (η διάρκεια του προγράμματος ήταν 8 εβδομάδες με συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα για την ομάδα Α και 2 φορές την εβδομάδα για την ομάδα Β), τα άτομα που συμμετείχαν στο πρόγραμμα άσκησης και των δυο ομάδων είχαν βελτιώσει την ιδιοδεκτική τους ικανότητα και την ευκαμψία, όπως αυτή αξιολογήθηκε τόσο από την καταγραφή των αποκλίσεων (έσω/έξω, πλάγια, πρόσθια/οπίσθια κατεύθυνση) όσο και από τα τεστ με το γωνιόμετρο. Αντίθετα, τα άτομα που αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου, δεν είχαν καμία διαφοροποίηση σε κανένα επίπεδο, εφόσον δεν συμμετείχαν ενεργά σε κανένα επίπεδο της προπόνησης.

Συμπερασματικά, μπορεί να ειπωθεί ότι η εφαρμογή ενός προγράμματος με δονήσεις συμβάλλει σημαντικά στη βελτίωση της ισορροπίας και της ευκαμψίας και έρχεται σε συμφωνία με παρόμοιες έρευνες άλλων ερευνητών που έχουν γίνει στο παρελθόν. Ομοίως, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έρχονται σε συμφωνία με τις βελτιώσεις στην ικανότητα ελέγχου της ισορροπίας που παρατηρήθηκαν από τον Chong και τους συνεργάτες του (2001). Συγκεκριμένα, μετά την εφαρμογή ενός προγράμματος άσκησης σε σανίδες ισορροπίας σε υγιή άτομα, με συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα και για 4 εβδομάδες, παρατηρήθηκε μια γενική βελτίωση στην ικανότητα της ισορροπίας.

Σύμφωνα με τον Lephart και τους συνεργάτες (2000), η προπόνηση με δονήσεις επηρεάζει τους αισθητήρες του πόνου, αυξάνοντας και το κατώφλι. Σε σχετική έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τον Issurin και τους συνεργάτες του (1994), μελετήθηκε η επίδραση του δονητικού ερεθίσματος στην ευκαμψία νεαρών αθλητών. Από τα αποτελέσματα προκύπτει στατιστικά σημαντική αύξηση της ευκαμψίας κατά 8,7%, ύστερα από ένα πρόγραμμα με δονήσεις, οι οποίες εφαρμόζονταν τοπικά στους μυς, διάρκειας 3 εβδομάδων. Η προπόνηση δονήσεων έχει αναλγητικές επιδράσεις τόσο κατά τη διάρκεια, όσο και μετά την απευθείας εφαρμογή του ερεθίσματος στους μύες ή τους τένοντες (Τοκμακίδης & Καρακύριου, 2006). Επιπλέον, οι μυϊκές δονήσεις αυξάνουν την τοπική αιματική ροή κάτι το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των καρδιακών παλμών. Η επίδραση αυτή οδηγεί σε αύξηση της ελαστικότητας των μυών και σε περαιτέρω βελτίωση της ευκαμψίας. Από την άποψη της νευροφυσιολογίας, οι επιδράσεις της προπόνησης με δονήσεις, που

παρατηρούνται κατά την εκτέλεση διατάσεων, οφείλονται στον ερεθισμό των τενόντιων οργάνων του Golgi. Αντίθετα με τις μυϊκές ατράκτους η διέγερση των σωματιδίων αυτών έχει σαν αποτέλεσμα την αναστολή της σύσπασης και οδηγεί στην χαλάρωση των μυών. Αυτήν τη μυϊκή χαλάρωση έχει σαν στόχο η προπόνηση με δονήσεις, όταν γίνεται σε συνδυασμό με διατατικές ασκήσεις (Rittweger et al., 2000).

Ωστόσο, μέρος της παρούσας έρευνας αποτέλεσε η καταγραφή των διαφοροποιήσεων μεταξύ των δυο πειραματικών ομάδων και της ομάδας ελέγχου, μετά την ολοκλήρωση του παρεμβατικού προγράμματος δόνησης στην ισορροπία και την ευκαμψία. Έτσι, βάσει των αποτελεσμάτων σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις μεταξύ των δυο πειραματικών ομάδων και της ομάδας ελέγχου. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έρχονται σε συμφωνία με αποτελέσματα αντίστοιχων μελετών.

Συγκεκριμένα, σε πρόσφατη έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε αθλήτριες πετοσφαίρισης επαγγελματικού επιπέδου εξετάστηκε η επίδραση της προπόνησης με δονήσεις στη μηχανική συμπεριφορά των σκελετικών μυών. Από τα αποτελέσματα προέκυψε στατιστικά σημαντική αύξηση της ισορροπίας, της μέσης δύναμης και της ευκαμψίας, ενώ οι καμπύλες ταχύτητας-δύναμης καθώς και ισχύος-δύναμης μετατοπίστηκαν προς τα δεξιά μετά την εφαρμογή του δονητικού ερεθίσματος (Bosco et al., 1999). Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι μετατόπιση της καμπύλης δύναμης-ταχύτητας παρατηρείται ύστερα από προπόνηση δύναμης αρκετών εβδομάδων (Hakkinen & Komi, 1985). Η βελτίωση της σχέσεως δύναμης-ταχύτητας αποδόθηκε στη βελτίωση της νευρομυϊκής συμπεριφοράς η οποία προκλήθηκε από την αυξημένη ενεργοποίηση των ανώτερων κινητικών κέντρων (Milner-Brown et al., 1985).

Ωστόσο, είναι πολύ σημαντικό το πρόγραμμα άσκησης να είναι ελεγχόμενο και αυστηρά μεθοδευμένο, έτσι ώστε να παρέχονται όχι μόνο οι απαραίτητες οδηγίες στους ασκούμενους, αλλά και να γίνεται αυστηρός έλεγχος της σωστής εκτέλεσης των ασκήσεων. Οι επισημάνσεις αυτές θεωρήθηκαν απαραίτητες και τηρήθηκαν αυστηρά κατά τον σχεδιασμό της παρούσας έρευνας. Κρίθηκε σκόπιμο να κατανοήσουν οι αθλητές που

συμμετείχαν στην πειραματική διαδικασία τη σπουδαιότητα της αυτοσυγκέντρωσης, που θα πρέπει να έχουν κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος άσκησης, αλλά και τη σωστή τοποθέτηση του σώματός τους, για την κατάλληλη ενεργοποίηση και εξάσκηση του νευρομυϊκού μηχανισμού.

Αξιολόγηση διατήρησης, 4 εβδομάδες μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος άσκησης με δονήσεις.

Σύμφωνα λοιπόν με τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων διατήρησης της ισορροπίας και της ευκαμψίας κατόπιν αντίστοιχων μετρήσεων, διαπιστώθηκε ότι όλες οι ασκούμενες που έλαβαν μέρος στα παρεμβατικά προγράμματα άσκησης διατήρησαν τις βελτιώσεις στην ικανότητα της ισορροπίας και της ευκαμψίας 1½ μήνα μετά την ολοκλήρωση των παρεμβατικών προγραμμάτων. Συγκεκριμένα, σε όλα τα τεστ ισορροπίας και ευκαμψίας που εφαρμόστηκαν σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις μεταξύ των αρχικών αξιολογήσεων και των αξιολογήσεων διατήρησης, τόσο κατά την εκτέλεση με το κυρίαρχο όσο και με το μη κυρίαρχο κάτω άκρο.

Αξίζει τέλος να σημειωθεί ότι η επίδραση της δόνησης στην ιδιοδεκτική ικανότητα υγιών ατόμων αξιολογήθηκε από πολλούς ερευνητές με την εφαρμογή δοκιμασιών αναπαραγωγής συγκεκριμένης θέσης της άρθρωσης. Οι αξιολογήσεις αυτές πραγματοποιήθηκαν στις αρθρώσεις των άνω (Carpenter et al. 1998; Sterner et al. 1998) και κάτω άκρων (Bouet and Gahery 2000; Lattanzio et al. 1997; Skinner et al. 1986) μετά από την εφαρμογή πρωτοκόλλων κόπωσης. Τα αποτελέσματα των παραπάνω ερευνών στηρίζουν την άποψη ότι η κόπωση επιδρά στη μείωση της ιδιοδεκτικής ικανότητας της συγκεκριμένης άρθρωσης.

Σημαντικό, επίσης, είναι να επισημανθεί ότι δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ των δυο ομάδων όσον αφορά τις μέρες προπόνησης. Δηλαδή τα αποτελέσματα και στις δυο ομάδες είναι ίδια όσον αφορά την ισορροπία και την ευκαμψία τόσο για την ομάδα που πραγματοποιούσε 2 φορές τη βδομάδα προπόνηση όσο και για την ομάδα που πραγματοποιούσε 3 φορές την εβδομάδα προπόνηση.

VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Έπειτα από την ολοκλήρωση του προγράμματος δόνησης διαπιστώθηκε ότι η επιβάρυνση που δέχονται οι ασκούμενες έπειτα από την εκτέλεση μιας προπόνησης με δονήσεις μπορεί να οδηγήσει σε βελτίωση της ιδιοδεκτικής ικανότητας και της ικανότητας ευκαμψίας, όπως έμμεσα αυτή μπορεί να αξιολογηθεί από αντίστοιχες δοκιμασίες ευκαμψίας και ισορροπίας.

Οι βελτιώσεις της ικανότητας της ισορροπίας και της ευκαμψίας που εμφανίζονται μετά από την εκτέλεση ενός προγράμματος δόνησης μπορούν να διατηρηθούν τουλάχιστον για χρονικό διάστημα 4 εβδομάδων.

Προτάσεις

Η εκτέλεση ενός προγράμματος δόνησης επιδρά σημαντικά στη βελτίωση των επιπέδων ισορροπίας και ευκαμψίας των ασκουμένων ανεξαρτήτου ηλικίας. Επομένως, προτείνεται η εξάσκηση της ισορροπίας και της ευκαμψίας μέσω μιας προπόνησης με δονήσεις δυο ή τρεις φορές την εβδομάδα.

Το πρόγραμμα δόνησης είναι απαραίτητο να περιλαμβάνει ασκήσεις που να βοηθούν στην βελτίωση της ισορροπίας και της ευκαμψίας προκειμένου να είναι πιο ενδιαφέρουσες για τις ασκούμενες αλλά και πιο πρακτικά εφαρμόσιμες.

Επίσης, κατά την εκτέλεση ενός παρεμβατικού προγράμματος άσκησης με δονήσεις θα βοηθούσε η ενημέρωση των ασκουμένων σχετικά με τα οφέλη που έχουν από τη σωστή εκτέλεση των ασκήσεων, αλλά και από τη συμμετοχή τους σε αυτό.

VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abercromby AF, Amonette WE, Layne CS, McFarlin BK, Hinman MR, Paloski WH. (2007). Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Oct;39(10):1794-800.
- Arcadel, C.S., Johnston, R. and Bishop, B. (1971). The Achilles tendon reflex and the H-response during and after tendon vibration. *Physical Therapy*, 51, 889-902.
- Armstrong, T.J., Fine, L.J., Radwin, R.G. and Silverstein, B.S. (1987). Ergonomics and the effect of vibration in hand intensive work. *Scandinavian Journal of Work, Enviroment and Health*. 13, 286-289.
- Bongiovanni LG, Hagbarth KE, Stjernberg L. (1990). Prolonged muscle vibration reducing motor output in maximal voluntary contractions in man. *Journal Physiology (Lond)*, 423, 15-26.
- Bosco, C., M. Iacovelli, O. Tsarpela, M. Cardinale, M. Bonifazi, J. Tihanyi, M. Viru, A. De Lorenzo, and A. Viru. (2000). Hormonal responses to whole body vibrations in man. *European Journal of Applied Physiology* 81, 449-454.
- Bosco C., M. Cardinale, and O. Tsarpela. (1999). The influence of vibration on arm flexors mechanical power and EMG activity of biceps brachii. *European Journal of Applied Physiology*. 79, 306-311.
- Bosco C, Colli R, Cardinale M, Tsarpela O, Bonifazi M. (1999). Effect of acute whole body vibration on mechanical behavior of skeletal muscle and hormonal profile. In: Lyritis, editor. Musculo-skeletal interactions; basic and clinical aspects. *Proceedings of the 2nd international congress. Athens: Hylonome*.
- Bosco C., R. Colli, E. Introini, M. Cardinale, O. Tsarpela, A. Madella, J. Tihanyi, S.P. von Duvillard, and A. Viru. (1999). Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clinical Physiology*. 19, 183-187.
- Bosco C. (1992). The effects of extra-load permanent wearing on morphological and functional characteristics of leg extensor muscles. Published Doctoral Thesis, Universite Jean-Monnet de Saint Etienne, France.
- Brown, M.C., Engberg, I. And Matthews, P.B.C. (1967). The relative sensitivity to vibration of muscle receptors of the cat. *Journal Physiology*. 192, 516-521.

- Cardinale M., Bosco C. (2003). The use of vibration as an exercise intervention. *Exercise and Sport Science Reviews*, 31(1), 3-7.
- Cochrane DJ, Stannard SR. (2005). Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. *British Journal of Sports Medicine* Nov;39(11):860-5.
- Coyle E, Feirin C, Rotkis T, Cote R, Roby F, Lee W, Wilmore J. (1981). Specificity of power improvements through slow and fast isokinetic training. *European Journal of Applied Physiology*, 51, 1437-1442.
- De Ruiter CJ, Van Der Linden RM, Van Der Zijden MJ, Hollander AP, De Haan A. (2003). Short-term effects of whole-body vibration on maximal voluntary isometric knee extensor force and rate of force rise. *European Journal of Applied Physiology* 88, 472-5.
- Eklund G, Hagbarth KE. (1966). Normal variability of tonic vibration reflexes in humans. *Experimental Neurology*- Elsevier 16, 80-92.
- Granit, R. (1970). *The Basis of Motor Control*. London: Academic Press.
- Griffin, M.J.(1996). *Handbook of Human Vibration*. San Diego: Academic Press.
- Guezennec Y., Leger L., Lhoste F., Aymonod M. and Pesquies P. C. (1986). Hormone and metabolic response to weight-lifting training sessions. *International Journal of Sports Medicine* 7, 100-105.
- Hagbarth K.E., and G. Eklund. (1965). Motor effects of vibratory stimuli in man. In: *Muscular Afferent and Motor Control*, edited by R. Granit. Stockholm: Almqvist and Wiksell, 177–186.
- Hakkinen K, Komi PV. (1985). Effect of explosive type strength training on electromyographic and force production characteristics of leg extensors muscles during concentric and various stretch-shortening cycle exercises. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 7, 65-76.
- Hollins M, Roy EA. (1996). Perceived intensity of vibrotactile stimuli: the role of mechanoreceptors channels. *Somatosens Mot Res* 13, 273-86.

- Issurin, V.B., and G. Tenenbaum. (1999). Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes. *European Journal of Sports Science* 17, 177–182.
- Issurin, V.B., D.G. Liebermann, G. Tenenbaum. (1994). Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility. *European Journal of Sports Science*. 12, 561–566.
- Issurin, V. and Temnov, P. Biomechanische effecten van vibro-stimulatie op de maximale Kracht en de Krachthouding. (1990). Werktekst Algemene Clinic, Sportfysiologie trainings leer. R.U.Gent 1-8.
- Johnston, R., Bishop, B. and Coffey, G.H. (1970). Mechanical vibration of skeletal muscle. *Physical Therapy*, 50, 499-505.
- Lephart and Fu. (2000). Proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability, *Human Kinetics*.
- Lo I., Fowler P. (2000). Surgical Considerations Related to Proprioception and Neuromuscular Control.
- Matthews, P.B.C. (1966). The reflex excitation of the soleus muscle of the decerebrate cat caused by vibration applied to its tendon. *Journal of Physiology*, 184, 450-472.
- Matyas, T.A. Golea, M.P. and Spicer, S.D. (1986). Facilitation of the maximum voluntary contraction in hemiplegia by concomitant cutaneous stimulation. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 65, 125-138.
- McArdlen WD, Katch FI and Katch VL. (1991). *Exercise physiology*. Williams & Wilkins, Baltimore.
- McArdlen W., Katch F., Katch V. (2000). *Essentials of Exercise Physiology*. 2nd Edition, Lippincott Williams & Wilkins,
- McDonald M.J.N. & Davies C.T.M. Adaptive response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. *European Journal of Applied Physiology*, 52:139-155, 1984.
- Mester J., Kleinodeh H., Yue Z. (2006). Vibration training: benefits and risks, *Journal of biomechanics*, volume 39, issue 6, pages 1056-1065,.

- Milner-Brown H.S., Stein R.B., Lee R.G. (1975). Synchronization of human motor units: possible roles of exercise and supraspinal reflexes. *Electroenceph. Clinical Neurophysiology*. 38, 245-254.
- Pope M, Magnuson M, Wilder D. (1998) Low back pain and whole body vibration. *Clinical Orthopaedics and Related Research (CORR)*, 354, 241-248.
- Pyykko, I., Farkkila, M., Toivanen, J., Korhonen, O. and Hyvarinen, T. (1976). Transmission of vibration in the hand-arm system with special reference to changes in the compression force and acceleration. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*. 2, 87-95.
- Ribot-Ciscar, E., J.P. Vedel, and J.P. Roll. (1989). Vibration sensitivity of slowly and rapidly adapting cutaneous mechanoreceptors in the human foot and leg. *Neuroscience Letters-Elsevier* 104, 130–135.
- Rittweger J, Mutschellknauss M, Felsenberg D. (2003). Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. *Clinical Physiology and Functional Imaging*; 23, 81-6.
- Rittweger J., Ehrig J., Mutschelknauss M., Kirsch KA., Felsenberg D. (2002). Oxygen uptake in whole-body vibration exercise: influence of vibration frequency, amplitude and external load. *International Journal of Sports Medicine*, 23, 428-432.
- Rittweger, J., G. Beller and D. Felsenberg. (2000). Acute physiological effects of exhaustive whole body vibration exercise in man. *Clinical Physiology*. 20, 134–142.
- Rubin C, Recker H, Cullen D, Ryaby J, McLeod K. (1998). Prevention of bone loss in a post-menopausal population by low-level biomechanical intervention. *Bone-Elsevier*, 23 (S Suppl.): 174 Abstract.
- Sale D. G. (1988). Neural adaptation to resistance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 20, 135-145.
- Samuelson, B., Jorfeldt, L. and Ahlborg, B. (1989). Influence of vibration on endurance of maximal isometric contraction. *Clinical Physiology*, 9, 21-25.

- Stewart JA, Cochrane DJ, Morton RH. (2007). Differential effects of whole body vibration durations on knee extensor strength. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. [Epub ahead of print],
- Spitzenpfeil P., Mester J. (1997). Carving and ski technique-aspects of biological regulation. *Sportverletz Sportschaden*, 11, 134-136.
- Torrey, J. (1985). *Stretching the Limits*. New York: Dodd, Mead & Co.
- Torvinen, S., P. Kannus, H. Sievanen, T.A.H. Jarvinen, M. Pasanen, S. Kontulainen, T.L.N. Jarvinen, M. Jarvinen, P. Oja, and I. Vuori. (2002). Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance. Randomised cross-over study. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 22, 145–152.
- Torvinen S, Sievanen H, Jarvinen TA, Pasanen M, Kontulainen S, Kannus P. (2002) Effect of 4-min vertical whole body vibration on muscle performance and body balance: a randomized cross-over study. *International Journal of Sports Medicine*, 23, 374-9.
- Vrijens, J. (1990) *Basic principles in strength training*. In *International Seminar on Kayak-Canoe Coaching and Sciences*, Budapest: ICF, 25-42.
- Winter DA. (1990). *Biomechanics and motor control of human movement*, 2nd ed. New York: Wiley, 191-212,
- Αντωνάκης Ε., Δούδα Ε., Πυλιανίδης Θ., Τοκμακίδης Σ., (2006) Άμεση επίδραση της άσκησης με δονήσεις στην αλτική ικανότητα και την ευκαμψία , περιοδικό Αθλητικής Επιστήμης *Αθληση & Κοινωνία*, τεύχος 43, σελ. 7 – 14, Κομοτηνή.
- Τοκμακίδης Σ. Π, Καρακύριου Σ. Κ., (2006) Φυσιολογικές ανταποκρίσεις μιας εναλλακτικής μορφής άσκησης με μηχανικές δονήσεις – vibrations , περιοδικό Αθλητικής Επιστήμης *Αθληση & Κοινωνία*, τεύχος 43, σελ. 30 – 39, Κομοτηνή.